

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-160022

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/30

G02F 1/139

(21)Application number : 08-248350

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.09.1996

(72)Inventor : OKAMOTO MASUMI
SHOJI MASAHIRO
TANAKA YASU HARU
ISHIKAWA MASAHIRO
FUKUOKA NOBUKO
NINOMIYA TOSHIHIRO
OYAMA TAKESHI
YOSHIDA NORIHIRO
HADO HITOSHI

(30)Priority

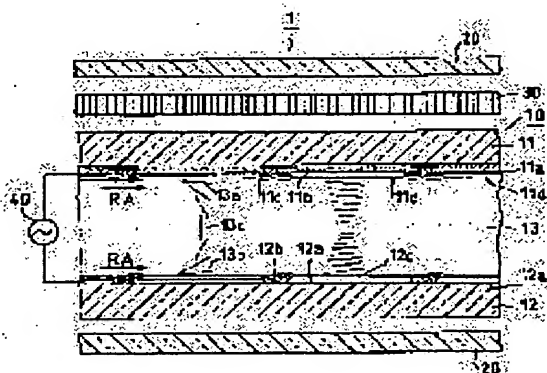
Priority number : 07259980 Priority date : 06.10.1995 Priority country : JP

(54) LIQUID CRYSTAL ELECTRO-OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extend an angle of visibility of an electro-optical device optimum to an OCB mode in normally white mode display and a mode similar to the OCB mode.

SOLUTION: When a liquid crystal cell 10 with a bend array is combined with an optically anisotropic element 30 as the device 1, the elliptical coefficient Z of a refractive index ellipsoid of the element 30 is expressed by $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$. In this case, the optically anisotropic element 30 capable of satisfying $7 \leq Z \leq 10$ (The x, y and z direction components of the product of the thickness (d) of the element 30 and the refractive index (n) of the element 30 are defined as n_{dx} , n_{dy} and n_{dz} . The n_{dx} and n_{dy} are the intra-face direction components of the element 30 and the n_{dz} is the thickness direction component.) and compensating the visual angle characteristic of a liquid crystal layer 13 in the cell 10.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3657708

[Date of registration] 18.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS.

[Claim(s)]

[Claim 1] In the liquid crystal electro-optic device equipped with the bend orientation liquid crystal cell containing the liquid crystal layer in which it can twist in the cell center section and orientation exists, and the optical different direction component of at least one which reduces the viewing-angle dependency of this bend orientation liquid crystal cell A said optical different direction component is $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , and n_{dz}), when it considers as $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$. The refractive-index component of x of total of the product of the refractive index of the thickness (unit: micrometer) of the said optical different direction component in the direction of a normal of said substrate when said substrate and the said optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and a said optical different direction component, y, and the direction of z is expressed. n_{dx} and n_{dy} . The refractive-index component of the said optical different direction component in the field inboard of a field almost vertical to the thickness direction of a said optical different direction component is expressed, and they are n_{dx} and n_{dy} . It is mutually vertical. n_{dz} The refractive-index component of the said optical different direction component of the thickness direction of a said optical different direction component is expressed. Liquid crystal electro-optic device characterized by becoming.

[Claim 2] The liquid crystal cell which arranges two substrates which have the electrode with which an electrical potential difference is impressed to one principal plane so that said principal plane may counter and by which the liquid crystal layer was pinched between these two substrates, Two polarizing plates arranged so that said liquid crystal cell may be pinched, said polarizing plate, and the optical different direction component arranged between said liquid crystal cells, It has the driving means which is connected to said electrode and impresses an electrical potential difference to said liquid crystal layer. Said liquid crystal layer The 1st liquid crystal layer field which consists of two or more liquid crystal molecules which touch one substrate of said two substrates among the liquid crystal molecules of said liquid crystal layer, The 2nd liquid crystal layer field which consists of two or more liquid crystal molecules which touch the substrate of another side of said two substrates among the liquid crystal molecules of said liquid crystal layer, It consists of the 3rd liquid crystal layer field which consists of two or more liquid crystal molecules inserted into said 1st liquid crystal layer field and said 2nd liquid crystal layer field among the liquid crystal molecules of said liquid crystal layer. In the time of the 1st electrical-potential-difference impression to said electrode, the inclination arranges some liquid crystal molecules to the direction of a normal of said substrate, and abbreviation parallel among said two or more liquid crystal molecules of said 3rd liquid crystal layer field. In the liquid crystal electro-optic device of the NO 1 MARI white display mode with which, as for said two or more liquid crystal molecules of said 3rd liquid crystal layer field, the inclination is arranged by the direction of a normal of said substrate, and abbreviation parallel in the time of the 2nd electrical-potential-difference impression to said electrode And a said optical different direction component is $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$.

When it carries out, it is $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , and n_{dz} express the refractive-index component of x of total of the product of the refractive index of the thickness (unit: micrometer) of the said optical different direction component in the direction of a normal of said substrate when said substrate and the said optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and a said optical

different direction component, y, and the direction of z.). n_{dx} and n_{dy} The refractive-index component of the said optical different direction component in the field inboard of a field almost vertical to the thickness direction of a said optical different direction component is expressed, and they are n_{dx} and n_{dy} . It is mutually vertical. n_{dz} The refractive-index component of the said optical different direction component of the thickness direction of a said optical different direction component is expressed. Liquid crystal electro-optic device characterized by becoming.

[Claim 3] The liquid crystal electro-optic device according to claim 1 or 2 with which a said optical different direction component is characterized by being $8 \leq Z \leq 10$.

[Claim 4] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by considering the time of said 1st electrical-potential-difference impression as the time of ON of a display of said liquid crystal electro-optic device.

[Claim 5] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by displaying in between at the time of said 1st electrical-potential-difference impression and the 2nd electrical-potential-difference impression.

[Claim 6] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by the inclination of a liquid crystal molecule changing in the direction of a normal of said substrate of said 3rd liquid crystal layer field at the time of said 1st electrical-potential-difference impression, and the thickness direction of said liquid crystal layer pinched between said two substrates centering on the liquid crystal molecule arranged to abbreviation parallel gradually toward said each two substrates.

[Claim 7] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by the inclination of the liquid crystal molecule of the center section of said 3rd liquid crystal layer field in the thickness direction of said liquid crystal layer at the time of said 1st electrical-potential-difference impression having arranged to the direction of a normal of said substrate, and abbreviation parallel.

[Claim 8] a said optical different direction component -- the ratio of the retardation of said liquid crystal cell, and the retardation of the field inboard of an optical different direction component -- M --
 $M = \frac{\Delta n_{LC} - d_{LC}}{(n_{dx} - n_{dy})}$

The liquid crystal electro-optic device according to claim 1 or 2 characterized by being set to $7.5 < M < 18$ (the refractive index of d_{LC} and said liquid crystal layer being set to Δn_{LC} for the thickness (unit: micrometer) of said liquid crystal layer) when it carries out.

[Claim 9] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by one of said two polarizing plates being a reflecting plate.

[Claim 10] Said two polarizing plates are liquid crystal electro-optic devices according to claim 2 characterized by having arranged so that each optical axis may intersect perpendicularly.

[Claim 11] The liquid crystal electro-optic device according to claim 2 characterized by setting up the angle on which each orientation processing direction of said two substrates makes the optical axis of said polarizing plate in the direction to which 45 degrees inclined from two bisectrices equally divided into two.

[Claim 12] It is the liquid crystal electro-optic device according to claim 2 which 3 degrees – 8 degrees of said two or more liquid crystal molecules of said 3rd liquid crystal layer field lean to the electrode surface by abbreviation parallel mutually, and can twist said liquid crystal molecule by the field inboard of said substrate toward the substrate of another side from one substrate by the time of no electrical-potential-difference impressing to said electrode, arranges at 180 degrees of angle of torsion, and is characterized by the torsion ability of liquid crystal being 10 degrees or more 360 degrees or less.

[Claim 13] A said optical different direction component is a liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by consisting of combination of two or more phase contrast plates which consist of optical axis of one shaft, and the optical axis of said at least two phase contrast plates differing, claim 8, or claim 12.

[Claim 14] A said optical different direction component is a liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by consisting of at least one phase contrast plate which consists of optical axis

of one shaft, and at least one phase contrast plate which consists of biaxial optical axis, claim 8, or claim 12.

[Claim 15] A said optical different direction component is a liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by being at least one phase contrast plate whose optical anisotropy is negative in the direction of a normal of said substrate when said substrate and the said optical different direction component have been mostly arranged to parallel, claim 8, or claim 12.

[Claim 16] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by the ability of the optical axis of a said optical different direction component to have twisted to the field inboard of said substrate, claim 8, or claim 12.

[Claim 17] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by the ability of the optical axis of a said optical different direction component to have twisted in the direction of a normal of said substrate, claim 8, or claim 12.

[Claim 18] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 characterized by the ability for the optical axis of a said optical different direction component to have twisted to the field inboard of said substrate, and have twisted also in the direction of a normal of said substrate, claim 8, or claim 12.

[Claim 19] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 to which torsion of the optical axis of a said optical different direction component is characterized by compensating torsion of a liquid crystal layer, claim 8, or claim 12.

[Claim 20] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 to which torsion of the optical axis of a said optical different direction component is characterized by compensating torsion of said liquid crystal layer in the array condition of said liquid crystal layer taken between the times of the 1st electrical-potential-difference impression and the 2nd electrical-potential-difference impression, claim 8, or claim 12.

[Claim 21] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 to which torsion of the optical axis of a said optical different direction component is characterized by compensating torsion of said liquid crystal layer in the array condition of said liquid crystal layer taken at the time of the 1st electrical-potential-difference impression, claim 8, or claim 12.

[Claim 22] A liquid crystal electro-optic device given in claim 2 to which torsion of the optical axis of a said optical different direction component is characterized by compensating the optical anisotropy of the direction component of a normal of said substrate of said liquid crystal layer, claim 8, or claim 12.

[Claim 23] A said optical different direction component is a liquid crystal electro-optic device according to claim 12 characterized by consisting of a polycarbonate, polyarylate, a cholesteric-liquid-crystal polymer, or a discotheque liquid crystal polymer.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the liquid crystal electro-optic device of a high-speed response with respect to a liquid crystal electro-optic device.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a liquid crystal electro-optic device with which a high-speed response is obtained, OCB mode attracts attention.

[0003] The basic configuration of OCB is explained using drawing 2.

[0004] OCB mode has two polarizing plates 60 which have arranged two substrates 51 and 52 with which Electrodes 51a and 52a were formed in one principal plane so that a principal plane may counter, and have been arranged so that the liquid crystal cell 50 by which the liquid crystal layer 53 was pinched between two substrates, and a liquid crystal cell 50 may be ****(ed), polarizing plates 60, and the optical different direction component 70 arranged between liquid crystal cells 50.

[0005] The 1st liquid crystal layer field A which consists of two or more liquid crystal molecule 53a which touches one substrate 51 of said two substrates among the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 53 as said liquid crystal layer 53 is shown in drawing 2 (a) It consists of the 3rd liquid crystal layer field C which consists of two or more liquid crystal molecules inserted into the 2nd liquid crystal layer field B which consists of two or more liquid crystal molecule 53b which touches the substrate 52 of another side of two substrates among the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer, the liquid crystal layer field A of [1st] the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 53, and the 2nd liquid crystal layer field B. By changing the electrical-potential-difference value impressed to an electrode, the liquid crystal molecule of this liquid crystal layer takes an array condition as shown in drawing 2 (a), (b), and (c).

[0006] The liquid crystal layer in OCB mode has the equal direction of orientation of two substrates, and as shown in drawing 2 (a) in the state of no electrical-potential-difference impressing, a spray array condition is taken. Some liquid crystal molecules 53c1 of the 3rd liquid crystal layer field C when an electrical potential difference is impressed to an electrode, as shown in drawing 2 (b) take the direction of a normal of a substrate, and the bend array condition mostly arranged to parallel. Furthermore, impression of an electrical potential difference takes the liquid crystal molecule 53c2 of the 3rd liquid crystal layer field C as shown in drawing 2 (c), and the condition that 53c3 has arranged to parallel mostly with the direction of a normal of a substrate. It is in liquid crystal display mode of the birefringence effectiveness mold which OCB mode displays between each applied voltage in the condition of this drawing 2 (b) and (c), and the phase contrast in a liquid crystal layer is changed, and displays it by controlling an electrical potential difference, and it is reported that the need that that speed of response calls it several ms according to the reference about OCB mode, and sufficient value are acquired.

[0007] It is the description that the liquid crystal molecular arrangement at the time of the display of this display mode serves as a configuration with always almost symmetrical upper half of liquid crystal and lower half. Therefore, if it is the range of a viewing angle (observation include angle) which becomes parallel to the field (the direction of space of drawing 2) where a liquid crystal molecule is located in a line, the upper half of liquid crystal and a lower half will serve as an almost symmetrical configuration, the index ellipsoid of the liquid crystal layer in this case becomes a ball, if it is this range, a viewing-angle dependency will almost be lost and a large angle of visibility will be obtained.

[0008] However, to the viewing angle which is not parallel, the index ellipsoid of a liquid crystal layer does not become a ball to the field where liquid crystal is located in a line, but an index ellipsoid deforms with an observation include angle, and viewing-angle dependence is produced.

[0009] Adding the optical different direction component which has the optical axis of two shafts which optimized the refractive index of the thickness direction as an approach of solving the problem of such an angle of visibility is reported (Miyashita et al., Eurodisplay'93, pp 149-152).

[0010] Moreover, in order to obtain a good black display in OCB mode, the no MARI White mode display given black by the high-tension side is desirable. Liquid crystal molecule 53c of the 3rd liquid crystal layer field C becomes parallel to the direction of a normal of a substrate mostly, namely, this uses for a black display the condition that the liquid crystal molecule started mostly, as an electrical potential difference is impressed and a liquid crystal molecule shows drawing 2 (c), and since the phase contrast of a liquid crystal layer is a comparatively small value in this condition, the homogeneity of the black obtained by intersecting perpendicularly in a polarizing plate is good.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, although LCD in OCB mode is mentioned for obtaining an extensive viewing angle and a high-speed response and a good black display is obtained, a normally white mode display is desirable. And it becomes important to select an optical different direction component which compensates the index ellipsoid of a liquid crystal layer for compensating a viewing angle, and serves as a ball.

[0012] This invention aims at offering a liquid crystal electro-optic device with the optimal optical different direction component for the OCB mode of a normally white mode display, and the mode of the resemblance. In addition, OCB mode and the similar mode have the array condition which some liquid crystal molecules 53c1 of the 3rd liquid crystal layer field C as the liquid crystal layer 53 shows to drawing 2 (b) have arranged to parallel mostly with the direction of a normal of a substrate. The liquid crystal molecule 53c2 of the 3rd liquid crystal layer field C as further applied an electrical potential difference to the liquid crystal layer of this array condition and shown in drawing 2 (c), and a liquid crystal electro-optic device with the condition that 53c3 has arranged to parallel mostly with the direction of a normal of a substrate are said. For example, if the liquid crystal which gave chiral ability to the liquid crystal cell which performed the same orientation processing as OCB mode is put in, at the time of no electrical-potential-difference impressing, the array of 180-degree twist will be acquired in a uniform array. Impression of a big electrical potential difference acquires the above-mentioned bend array easily to such an array.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In the liquid crystal electro-optic device equipped with the bend orientation liquid crystal cell containing the liquid crystal cell in which the liquid crystal electro-optic device of this invention can be twisted in the cell center section, and orientation exists, and the optical different direction component which reduces the viewing-angle dependency of this bend orientation liquid crystal cell A said optical different direction component is $7 \leq Z \leq 10$ (ndx, ndy, and ndz), when it considers as $Z = (ndx - ndz) / (ndx - ndy)$. The refractive-index component of x of total of the product of the refractive index of the thickness (unit: micrometer) of the said optical different direction component in the direction of a normal of said substrate when said substrate and the said optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and a said optical different direction component, y, and the direction of z is expressed. Although n is a refractive index and d is thickness, an optical different direction component may consist of two or more sheets, and expresses the total. dx and ndy The refractive-index component of the said optical different direction component in the field inboard of a field (xy side) almost vertical to the thickness direction of a said optical different direction component is expressed, and they are ndx and ndy. It is mutually vertical. ndz The refractive-index component of the said optical different direction component of the thickness direction (the direction of z) of a said optical different direction component is expressed. The liquid crystal electro-optic device characterized by becoming is offered.

[0014] Namely, the liquid crystal layer of the bend orientation liquid crystal cell of this liquid crystal electro-optic device The 1st liquid crystal layer field, which consists of two or more liquid crystal molecules which touch one substrate of two substrates among the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer, It consists of the 3rd liquid crystal layer field which consists of two or more liquid crystal molecules inserted into the 2nd liquid crystal layer field which consists of two or more liquid crystal

molecules which touch the substrate of another side of said two substrates among the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer, and the liquid crystal layer field of [1st] the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer and the 2nd liquid crystal layer field. In the time of the 1st electrical-potential-difference impression to an electrode, the inclination of some liquid crystal molecules of two or more liquid crystal molecules of the 3rd liquid crystal layer field arranges a liquid crystal layer to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel, and, as for the liquid crystal layer, the inclination is arranged by the direction of a normal of said substrate, and abbreviation parallel in the time of the 2nd electrical-potential-difference impression to an electrode, as for said two or more liquid crystal molecules of said 3rd liquid crystal layer field.

[0015] And an optical different direction component is characterized by compensating the optical anisotropy of the thickness direction component of the liquid crystal layer ****(ed) by said two substrates of the liquid crystal layer at the time of said 2nd electrical-potential-difference impression in the direction to which it inclined to the direction of a normal of a substrate. That is, in the mode similar to the OCB mode and OCB mode of this invention, as for the liquid crystal molecule except the liquid crystal molecule near a substrate, to the direction of a normal of a substrate, since it is almost parallel, in the time of the 2nd electrical-potential-difference impression, a refractive-index anisotropy becomes very large at the optical anisotropy component of the direction of a normal of a substrate, i.e., the thickness direction of a liquid crystal layer. An optical different direction component is arranged and the optical anisotropy of the liquid crystal layer of the thickness direction component of such a liquid crystal layer in the direction to which it inclined to the direction of a normal of a substrate is compensated with this invention.

[0016] The liquid crystal electro-optic device in the mode which was similar to OCB mode in the array condition of the liquid crystal layer of this invention is mentioned as an example, and is explained using drawing 1.

[0017] As shown in drawing 1 (a), the liquid crystal layer 13 consists of two or more liquid crystal molecules. This liquid crystal layer 13 The 1st liquid crystal layer field A which consists of two or more liquid crystal molecule 13a which touches one substrate 11 of two substrates, i.e., a substrate with electrode 11a It consists of the 3rd liquid crystal layer field C which consists of two or more liquid crystal molecule 13c inserted into the 2nd liquid crystal layer field B and the 1st liquid crystal layer field which consist of two or more liquid crystal molecule 13b which touches the substrate 12 which is another side of two substrates and has electrode 12a, and the 2nd liquid crystal layer field. And drawing 1 (a) shows the array of the liquid crystal molecule at the time of no electrical-potential-difference impressing to an electrode for an electrical potential difference, drawing 1 (b) shows the 1st electrical-potential-difference impression condition to an electrode, and drawing 1 (c) shows the 2nd electrical-potential-difference impression condition to an electrode.

[0018] As shown in drawing 1 (a), the time [of no electrical-potential-difference impressing from the electrical-potential-difference driving source 40 to the electrodes 11a and 12a connected to the electrode], two or more liquid crystal molecule 13c of the 3rd liquid crystal layer field C is abbreviation parallel mutually, and from one substrate, could be twisted by the field inboard of said substrate toward the substrate of another side, and is arranged.

[0019] As shown in drawing 1 (b), the inclination of some liquid crystal molecules 13c1 of the center of a layer has arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel among two or more liquid crystal molecules of the 3rd liquid crystal layer field C the time [of the 1st electrical-potential-difference impression to Electrodes 11a and 12a]. At the time of this 1st electrical-potential-difference impression, it is a time of enlarging applied voltage to liquid crystal further from the condition that change by the applied voltage of the phase contrast of the liquid crystal cell to which the direction of a normal of a substrate and abbreviation parallel, i.e., a liquid crystal molecule, began to start [a liquid crystal molecule] is rapid, above threshold voltage.

[0020] Next, as shown in drawing 1 (c), in the time of the 2nd electrical-potential-difference impression

to Electrodes 11a and 12a, two or more liquid crystal molecules 13c2 of the side which touches the electrode of the 3rd liquid crystal layer field, and the inclination of 13c3 have arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel. At the time of this 2nd electrical-potential-difference impression, it will be in the condition to which the electrical potential difference was further applied rather than the time of the 1st electrical-potential-difference impression, and it will be in the liquid crystal molecule 13c2 of the 3rd liquid crystal layer field and the condition which 13c3 has arranged to parallel mostly with the direction of a normal of said substrate, i.e., the condition that liquid crystal started, at this time.

[0021] In the mode and OCB mode of resemblance in such OCB mode, the upper half and lower half of a liquid crystal layer serve as a bend array of the symmetry mostly bordering on near the center of a liquid crystal layer in the state of the array as shown in drawing 1 (b) and (c) in two substrates 11 and the direction of a liquid crystal bed depth which ****(ed) the liquid crystal layer 13 among 12. For this reason, if it is the range of a viewing angle (observation include angle) where a liquid crystal molecule becomes almost parallel to the flat surface 40 located in a line in the thickness direction as shown in drawing 4 , the upper half of liquid crystal and a lower half will serve as an almost symmetrical configuration, the index ellipsoid showing the optical anisotropy of the liquid crystal layer in this case becomes a ball, if it is this range, a viewing-angle dependency will almost be lost and a large angle of visibility will be obtained. On the other hand, the index ellipsoid of a liquid crystal layer does not become a ball to the viewing angle which is not parallel to the flat surface 40 shown in drawing 4 $R > 4$, but an index ellipsoid deforms with an observation include angle, and viewing-angle dependence is produced.

[0022] By compensating the optical anisotropy of such a liquid crystal layer, this invention can acquire a larger viewing angle.

[0023] That is, the liquid crystal electro-optic device of this invention has an optical different direction component with the negative optical anisotropy which has a biaxial optical axis with the following refractive-index ellipse multiplier Z value.

[0024] the time of considering as $Z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ -- $7 \leq Z \leq 10$ -- here -- n_x , n_y , and n_z The refractive-index component of x of total of the product of the refractive index of the thickness (unit: micrometer) of the said optical different direction component in the direction of a normal of said substrate when the substrate and the optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and a said optical different direction component, y, and the direction of z is expressed. n_x and n_y The refractive-index component of the said optical different direction component in the field inboard of a field almost vertical to the thickness direction of a said optical different direction component is expressed, and they are n_x and n_y . It is mutually vertical. n_z The refractive-index component of the said optical different direction component of the thickness direction of a said optical different direction component is expressed.

[0025] In the case of the orientation which the liquid crystal layer of a liquid crystal cell showed to drawing 4 , this equivalent index ellipsoid is $n_{zLC} > n_{xLC} > n_{yLC}$, as shown in drawing 5 , and if it compares so that clearly from xz side which is each cross section of the ellipsoid RL of drawing 5 , yz side, and xy side, the "Rugby ball" will become the configuration compressed in the direction of y.

[0026] As shown in drawing 6 , as for the index ellipsoid RC of an optical different direction component which compensates this, it is desirable to make it the configuration which compressed the direction z of a major axis of the "Rugby ball" into drawing 5 and reverse rather than biaxial [other], and lengthened the direction of y among biaxial [other].

[0027] It is $Z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ when this index ellipsoid is expressed to the formula of a refractive index.

It is n_z here. n_x It is $12 < n_y$.

[0028] Here, it is n_z . It depends for magnitude on the inclination, i.e., the pre tilt angle, of the liquid crystal molecules 13a and 13b of the fields A and B which touch the substrate of the liquid crystal layer 13 of drawing 1 .

[0029] Although it is desired for a pre tilt angle and the thickness of a liquid crystal layer to be uniform in order to obtain a homogeneity display, a fabrication is difficult for it as the pre tilt angle which can be made into homogeneity becomes high, and at most 8 times are a limitation. Therefore, Z value changes with pre tilt angles, and is set to $7 \leq Z \leq 10$ in the range of a realizable pre tilt angle.

[0030] The liquid crystal electro-optic device which has arranged such an optical different direction component fits the Nor Marie White display in OCB mode and the mode it and resemblance. The optical anisotropy of the liquid crystal layer of the thickness direction component of such a liquid crystal layer in the direction to which it inclined to the direction of a normal of a substrate can be compensated by this, and a viewing angle can be made large more. If it is this within the limits, a viewing angle will be large and very little outstanding display engine performance of a reversal field will be obtained. If the value of Z becomes less than seven, a reversal field will become large and the range where a contrast ratio is good will also become narrow. Moreover, if it becomes larger than 10, a reversal field will increase again.

[0031] Furthermore, it is more desirable that the value of Z is $8 \leq Z \leq 10$ in this invention.

[0032] In this invention, in order to obtain a larger angle of visibility, the optical different direction component of the conditions described previously is used for display-mode OCB and this which were similar with OCB and this, and a similar display mode. Furthermore, in this invention, it found out that driver voltage was made into practical use within the limits, and a bright display could be performed by setting the relation between the retardation of an optical different direction component, and the retardation of a liquid crystal cell as specific conditions.

[0033] All of OCB and this, and a similar display mode are in birefringence mode, and the permeability T of the liquid crystal cell is expressed with a degree type.

[0034] $T = \sin^2 \left(\frac{R}{\pi \lambda} \right)$ (1)

(1) A formula is a crossed Nicol and an optical axis expresses a permeability shaft and the permeability at the time of 45 degrees. R is the retardation value of the optically anisotropic body which exists between polarizing plates, and λ is light source wavelength.

[0035] The sense of the optical axis of an optical different direction component is vertical to the sense of the rubbing shaft of a liquid crystal cell. In such arrangement, the total retardation value is the retardation RLC of a liquid crystal cell, and the retardation R_{fx} of an optical different direction component. Becoming the difference of each retardation value, the parameter R in a formula (1) is $R = RLC - R_{fx}$. --- (2)

It becomes.

[0036] Therefore, the transmission of a liquid crystal cell is decided by the difference of the retardation of a liquid crystal cell, and the retardation of the field inboard of an optical different direction component from (2) types. That is, the retardation of the field inboard of an optical different direction component influences the brightness of a display.

[0037] The retardation of a liquid crystal cell changes with the electrical potential differences impressed to a liquid crystal layer. When the electrical potential difference of a liquid crystal cell changes and the retardation of a liquid crystal cell and the retardation of the field inboard of an optical different direction component become equal, the total retardation serves as zero and a black display is obtained.

[0038] That is, the field inboard retardation of an optical different direction component influences the electrical-potential-difference value from which a black display is obtained. Then, M was defined as follows as Ratio M, i.e., the retardation ratio, of the field inboard retardation of an optical different direction component, and the field inboard retardation of an optical different direction component, and these effects were investigated.

[0039]

$M = RLC / R_{fx} = \Delta n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$ -- (3)

Here, Δn_{LC} is the refractive-index difference of liquid crystal, and d_{LC} is the thickness of a liquid crystal layer.

[0040] The dependency to the electro-optics property over the retardation ratio M is shown in drawing 11. If the value of M becomes 7.5 or less, since permeability will fall, a contrast ratio falls and display grace deteriorates. Moreover, although permeability will increase and display grace will become good if M becomes 18 or more, a black display electrical potential difference becomes high too much more than with 10V, and the special high proof-pressure integrated circuit for the increment in power consumption or high-tension impression is not needed and practical. Therefore, the retardation ratio M which can attain good brightness and a practical black display electrical potential difference is $7.5 < M < 18$.

[0041] Moreover, as for the liquid crystal electro-optic device of this invention, it is desirable that an optical different direction component sets to $0.022 \leq n_{dx} - n_{dy} \leq 0.667$, $0.15 \leq n_{dx} - n_{dz} \leq 6.7$. Thereby, when the value of $n_{LC} - d_{LC}$ of a liquid crystal layer sets to 0.3 micrometers or more 5 micrometers or less, the liquid crystal electro-optic device which has the optimal optical different direction component can be obtained.

[0042] Moreover, the liquid crystal electro-optic device of this invention can use one of two polarizing plates as a reflecting plate.

[0043] In this case, since light passes equipment twice, the lower limit of $(n_{dx} - n_{dy})$ is set to 0.011.

[0044] Moreover, in the time of the 1st electrical-potential-difference impression, if the time of the 1st electrical-potential-difference impression is the time of ON of a display of a liquid crystal electro-optic device, since the inclination of a part of liquid crystal molecule 9a has arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel among the liquid crystal molecules of the plurality [condition / of a liquid crystal layer / array] of the 3rd liquid crystal layer field C, the liquid crystal electro-optic device of this invention can obtain the display of a high-speed response.

[0045] Moreover, the liquid crystal electro-optic device of this invention is characterized by displaying in between at the time of the 1st electrical-potential-difference impression and the 2nd electrical-potential-difference impression. Thereby, the display of a high-speed response can be obtained.

[0046] Moreover, the liquid crystal optical element of this invention is characterized by the inclination of a liquid crystal molecule changing in the direction of a normal of said substrate of the 3rd liquid crystal layer field at the time of the 1st electrical-potential-difference impression, and the thickness direction of the liquid crystal layer pinched between two substrates centering on the liquid crystal molecule arranged to abbreviation parallel gradually toward each two substrates.

[0047] Moreover, the liquid crystal optical element of this invention is characterized by the inclination of the liquid crystal molecule of the center section of the 3rd liquid crystal layer field in the thickness direction of the liquid crystal layer at the time of the 1st electrical-potential-difference impression having arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel.

[0048] Moreover, the liquid crystal electro-optic device of this invention is characterized by arranging two polarizing plates so that each optical axis may intersect perpendicularly. Thus, by setting up and setting up the refractive-index ellipse multiplier Z and the value of the retardation ratio M as mentioned above, it is at the electrical-potential-difference impression time of $**$ a 2nd, and a good black display can be obtained.

[0049] Since good black is obtained in order to obtain a good contrast ratio, i.e., it is needed that permeability is low although it can display by both when the time of two polarizing plates intersecting perpendicularly is compared with the parallel time, it is more desirable that a polarizing plate is in a rectangular condition. For a polarizing plate, this is for the effect of wavelength dispersion to come out in the case of black in the state of parallel. Although a polarizing plate is considered that a contrast ratio falls in the state of parallel, it is easy to make permeability high.

[0050] It is characterized by setting up the angle on which each orientation processing direction of said two substrates makes the optical axis of a polarizing plate in the direction to which 45 degrees inclined from two bisectrices equally divided into two. This can obtain the maximum permeability by setting up in this way, when two polarizing plates have been arranged to the rectangular cross, or when it has arranged to parallel.

[0051] The array condition of the liquid crystal layer in the mode of resemblance in concrete OCB mode and OCB mode applicable to the above liquid crystal electro-optic device is shown below. In addition, also when one of two polarizing plates is used as a reflecting plate, it can apply. In this case, since the light which carried out incidence to the liquid crystal cell will pass thickness twice the distance of liquid crystal, compared with a transparency mold, liquid crystal thickness is made in abbreviation half by it, and it can expect the further improvement of a speed of response.

[0052] The liquid crystal molecule of the liquid crystal layer which arranges the liquid crystal electro-optic device of this invention toward the substrate of another side from one substrate of two substrates is characterized by carrying out the spray array at the time of no electrical-potential-difference impressing. That is, it is applicable to OCB mode.

[0053] Furthermore, one mode of the liquid crystal electro-optic device of this invention is the torsion ability θ_0 of the field inboard in said substrate of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer arranged toward the substrate of another side from one substrate of two substrates. It is $\theta_0 = 0$ degree.

[0054] Torsion ability can show spontaneous angle of torsion which the liquid crystal itself has, and generally can twist it here, and ability can be controlled by mixed concentration of a cholesteric-liquid-crystal constituent.

[0055] Furthermore, other modes of the liquid crystal electro-optic device of this invention are characterized by the torsion ability θ_0 of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer arranged toward the substrate of another side from one two substrates being $\theta_0 > 0$ degree. thus, torsion ability θ_0 — by making it $0 > 0$ degree, compared with the time of the transit time in the condition that the inclination of two or more liquid crystal molecules of the one section of the 3rd liquid crystal layer field at the time of the 1st electrical-potential-difference impression has arranged to the direction of a normal of a substrate and abbreviation parallel from the spray orientation condition at the time of no electrical-potential-difference impressing being $\theta_0 = 0$ degree, it can be markedly alike and can carry out early.

[0056] Furthermore, other modes of the liquid crystal electro-optic device of this invention are the torsion ability θ_0 of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer arranged toward the substrate of another side from one substrate of two substrates. It is characterized by differing with the substrate whose pre tilt angle it is $\theta_0 = 90$ degree and is two sheets. An indication is given possible by making it differ with the substrate whose pre tilt angle is two sheets at the time of $\theta_0 = 90$ degree.

[0057] Furthermore, other modes of the liquid crystal electro-optic device of this invention are characterized by the torsion ability θ of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer arranged toward the substrate of another side from one substrate of two substrates being $\theta = 180$ degrees. When the back flow effectiveness is considered, it is most desirable that it is 175 degrees – 185 degrees whose torsion ability is 180 degrees and the order of those. Here, Buck Flo-effectiveness is explained. For example, the liquid crystal molecule with which it started near [when the electrical potential difference is built] the center a little is pulled back by cutting an electrical potential difference by the liquid crystal molecule in the condition that near the substrate is sleeping. However, it is barred that the liquid crystal molecule of a part with which near the center started will be slept with the liquid crystal molecule near the center, and return becomes late. This is called back flow effectiveness. In a bend array, this back flow effectiveness is lost, but when [from which liquid crystal removed 180 degrees of distorted conditions] it can twist and a condition arises, this back flow effectiveness occurs.

[0058] Moreover, the liquid crystal electro-optic device of this invention is characterized by for two or more liquid crystal molecules of said 3rd liquid crystal layer field being abbreviation parallel mutually, and being able to twist them by the field inboard of a substrate toward the substrate of another side, and arranging them from one substrate, the time [of no electrical-potential-difference impressing to an

electrode]. That is, it is OCB mode and the similar mode and this invention can be applied even in this case. In this case, a high-speed response is attained in a viewing area like OCB mode.

[0059] Furthermore, as OCB mode and the similar mode, angle-of-torsion θ of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer arranged toward the substrate of another side from one substrate of two substrates is 90 degrees of abbreviation, and 270 degrees of abbreviation, and the liquid crystal electro-optic device of this invention is characterized by the pre tilt angles of a liquid crystal layer differing with said substrate they are [substrate] two sheets. In this case, in the field in the condition that the liquid crystal molecule near the center of a liquid crystal layer started [angle-of-torsion θ] in the case of 90 degrees or 270 degrees, when the pre tilt angle of the liquid crystal molecule in a two substrates front face is equal, the magnitude of the phase contrast in the upper half and lower half of a liquid crystal layer becomes equal, and, moreover, that direction has become about 90 degrees mutually. For this reason, the phase contrast as the whole cel serves as relation which the upper half and lower half of a cel compensate mutually. For this reason, an optical response cannot be changed, even if it makes applied voltage increase further and drives a liquid crystal molecule. On the other hand, by changing a pre tilt angle between two substrates, since arrays differ an upper half and in the lower half of a cel, even when phase contrast arises and a pre tilt angle impresses the saturation voltage of an equal cel between two substrates, the display of ** can be performed.

Therefore, further, by impressing an electrical potential difference, the display of dark is obtained and a high-speed display is attained. It is effective to change the magnitude of the pre tilt angle of two substrates in the case of 85 degrees – 95 degrees except 90 degrees of angle of torsion from which the phase contrast as such a whole cel serves as relation which the upper half and lower half of a cel compensate mutually, the case of 270 degrees, and 90 degrees of strong angle of torsion of the inclination used as such relation, and 265 degrees – 275 degrees except 270 degrees of angle of torsion.

[0060] Moreover, other modes of the liquid crystal electro-optic device of this invention are characterized by a liquid crystal layer not impressing an electrical potential difference at the time of the 1st electrical-potential-difference impression. That is, at the time of no electrical-potential-difference impressing, the inclination of two or more liquid crystal molecules of the one section of the 3rd liquid crystal layer field is in the condition of having arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel, it is OCB mode and the similar mode and this invention can be applied even in this case.

[0061] The optical different direction component used for the liquid crystal electro-optic device of this invention is shown below.

[0062] It is characterized by an optical different direction component being at least one phase contrast plate which consists of biaxial opticals axis.

[0063] Moreover, one mode of an optical different direction component when the range of Z of this invention is unrealizable only by one sheet consists of combination of two or more phase contrast plates which consist of opticals axis of one shaft, and is characterized by the opticals axis of at least two phase contrast plates differing.

[0064] Moreover, when the range of the value of Z cannot be realized in the combination of the optical different direction component of one shaft, one mode of an optical different direction component is characterized by consisting of at least one phase contrast plate which consists of opticals axis of one shaft, and at least one phase contrast plate which consists of biaxial opticals axis.

[0065] Moreover, other modes of an optical different direction component are characterized by an optical anisotropy consisting of at least one phase contrast plate which is negative in the direction of a normal of a substrate when the substrate and the optical different direction component have been mostly arranged to parallel.

[0066] Moreover, other modes of an optical different direction component are characterized by the ability to have twisted torsion of the optical axis of an optical different direction component in the direction of both the field inboard of a substrate, the direction of a normal of a substrate, or the field

inboard of a substrate and the direction of a normal to compensate the optical effectiveness of torsion of a liquid crystal cell better.

[0067] Such an optical different direction component compensates torsion of a liquid crystal layer, or compensates the optical anisotropy of the direction component of a normal of the substrate of a liquid crystal layer.

[0068] As mentioned above, what is necessary is just to make it an optical different direction component have a biaxial optical axis for a phase contrast plate and a negative phase contrast plate with one shaft or a biaxial optical axis as an optical different direction component independent or by combining in this invention. For example, if it is the case where two or more phase contrast plates which have the optical axis of one shaft are combined, it arranges so that the optical axis of at least two phase contrast plates may not be in agreement, and it is necessary to make it have a biaxial optical axis as an optical different direction component.

[0069] Moreover, the optical effect by torsion of a liquid crystal layer can be compensated by giving torsion to the optical axis of an optical different direction component so that torsion by both the field inboard of the substrate of the liquid crystal molecule of a liquid crystal layer, the direction of a normal of a substrate, or the field inboard of a substrate and the direction of a normal may be compensated. In this case, selectively or almost on the whole, a liquid crystal layer includes the case where the liquid crystal molecule has twisted in the field inboard of a substrate, the direction of a normal, or the direction of those both, continuously or gradually toward the substrate of another side from one substrate.

[0070] Moreover, the optical anisotropy of the **** direction component of the substrate of a liquid crystal layer can be compensated by giving torsion to the optical axis of an optical different direction component so that it may become equivalent on the phase contrast plate which is negative, and an optical property at the direction component of a normal of the substrate of a liquid crystal layer. In this case, angle of torsion of an optical axis is large, for example, the optical axis which twisted the optical axis of an optical different direction component to the field inboard of a substrate can realize.

[0071] As construction material of a phase contrast plate, a polycarbonate, polyarylate, etc. can use phase contrast plates, such as a cholesteric-liquid-crystal polymer and a discotheque liquid crystal polymer, in order to give torsion to an optical axis as an optical different direction component, but if the above-mentioned property is acquired, it will not be limited to these ingredients.

[0072]

[Embodiment of the Invention] Angle-of-torsion θ of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer with which the liquid crystal molecule comrade has arranged mostly the example of the liquid crystal electro-optic device of this invention to parallel, and the liquid crystal molecule of a liquid crystal layer arranges [below,] it toward the substrate of another side from one substrate of two substrates at the time of no electrical-potential-difference impressing mentions as an example the case where it is $\theta = 180$ degrees, and explains it to a detail.

[0073] (Example 1) As shown in drawing 3 and drawing 4, the liquid crystal electro-optic device 1 of this example consists of a liquid crystal cell 10, two polarizing plates 20 whose liquid crystal cell 10 of this is pinched and a liquid crystal cell, an optical different direction component 30 pinched with one polarizing plate, and an electrical-potential-difference driving source 40.

[0074] A liquid crystal cell 10 arranges the 1st substrate 11 with which electrode 11a was formed in one principal plane, and the 2nd substrate 12 with which electrode 12a was formed in one principal plane so that an electrode may counter, and it is pinching the liquid crystal layer 13 between two substrates 11 and 12. This equipment is a liquid crystal electro-optic device of a normally white display. The optical different direction component 30 has compensated the optical anisotropy of the liquid crystal layer 13.

[0075] As shown in drawing 1, the liquid crystal layer 13 consists of two or more liquid crystal molecules. This liquid crystal layer 13 The 1st liquid crystal layer field A which consists of two or more liquid crystal molecule 13a which touches one substrate 11 of two substrates It consists of the 3rd

liquid crystal layer field C which consists of two or more liquid crystal molecule 13c inserted into the 2nd liquid crystal layer field B and the 1st liquid crystal layer field which consist of two or more liquid crystal molecule 13b which touches the substrate 12 of another side of two substrates, and the 2nd liquid crystal layer field. And drawing 1 (a) shows the array of the liquid crystal molecule at the time of no electrical-potential-difference impressing to an electrode for an electrical potential difference, drawing 1 (b) shows the 1st electrical-potential-difference impression condition to an electrode, and drawing 1 (c) shows the 2nd electrical-potential-difference impression condition to an electrode.

[0076] As shown in drawing 1 (a), the time [of no electrical-potential-difference impressing from the electrical-potential-difference driving source 40 to Electrodes 11a and 12a], two or more liquid crystal molecule 13c of the 3rd liquid crystal layer field C is abbreviation parallel mutually, and from one substrate, could be twisted by the field inboard of said substrate toward the substrate of another side, and is arranged.

[0077] As shown in drawing 1 (b), the inclination of some liquid crystal molecules 13c1 has arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel among two or more liquid crystal molecules of the 3rd liquid crystal layer field C the time [of the 1st electrical-potential-difference impression to an electrode]. At the time of this 1st electrical-potential-difference impression, it is a time of enlarging applied voltage to liquid crystal further from the condition that change by the applied voltage of the phase contrast of the liquid crystal cell to which the direction of a normal of a substrate and abbreviation parallel, i.e., a liquid crystal molecule, began to start [a liquid crystal molecule] is rapid, above threshold voltage.

[0078] As shown in drawing 1 (c), the inclination of two or more liquid crystal molecules 13c1 of the 3rd liquid crystal layer field, 13c2, and 13c3 has arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel the time [of the 2nd electrical-potential-difference impression to an electrode]. At the time of this 2nd electrical-potential-difference impression, it will be in the condition to which the electrical potential difference was further applied rather than the time of the 1st electrical-potential-difference impression, and it will be in the condition which liquid crystal molecule 13c of the 3rd liquid crystal layer field has arranged to parallel mostly with the direction of a normal of said substrate at this time, i.e., the condition that liquid crystal started.

[0079] The liquid crystal cell 10 which ****(ed) this liquid crystal layer 13 with two substrates is shown in drawing 3 . As shown in drawing, a liquid crystal cell 10 arranges two substrates of the opposite substrate 11 with which electrode 11a was formed on the 1 principal plane of the array substrate 12 with which electrode 12a was formed in one principal plane of a glass substrate, and a glass substrate so that a principal plane may counter, and it comes to pinch the pneumatic liquid crystal layer 13 between two substrates.

[0080] As shown in drawing 3 , pixel electrode 12a which two or more signal line (not shown) and two or more scanning lines (not shown) were arranged on the glass substrate by the shape of a matrix, and the array substrate 12 connected with TFT12b of polish recon at this TFT corresponding to these intersections, and was formed is formed, and orientation film 12c is formed on these. On the other hand, light filter 11b to which the opposite substrate 11 consists of red, green, and blue three primary colors on a glass substrate corresponding to each pixel electrode 12a of said array substrate 11, and black matrix 11c formed so that color FURUTA of each [these] color might be divided are formed, and sequential formation of ITO electrode 11a and the 11d of the orientation film is carried out on these.

[0081] Next, the manufacture approach and the method of presentation are explained.

[0082] The array substrate 12 whose numbers of pixels are length 480 and 640x3 pixels wide in which gate line [which are poly-Si TFT 3 and the scanning line (not shown)], signal-line (not shown), and pixel electrode 12a was formed on the glass substrate was formed.

[0083] Next, light filter 11b which consists of red, green, and blue three primary colors on a glass substrate corresponding to each pixel electrode of the array substrate 12, and black matrix 11c formed so that color FURUTA of each [these] color might be divided were formed, on this, ITO electrode 11a

was formed and the opposite substrate 11 was formed. It supposes respectively that it is orientation film 12c and 11d on these two array substrates 12 and opposite substrates 11, and is polyimide (SE-5211, the Nissan Chemistry company make.). The pre tilt angle of about 5 degrees was applied and formed at the thickness of 80nm. Here, pixel pitches are 0.33mm long and 0.11mm wide. Then, when said orientation film had been arranged so that parallel and two substrates 11, and each electrodes 11a and 12a on 12 may counter the scanning line, rubbing of it was carried out in the direction in which the direction RA of rubbing of two substrates is parallel mutually.

[0084] Next, it is a spherical particle (the micro pearl SP, Product made from the Sekisui Fine chemical) with a diameter of 7.1 micrometers 80 pieces/mm to the principal plane of one substrate as a spacer (not shown) on the array substrate 12 2 It sprinkled by the consistency. The periphery of the effective viewing area of another opposite substrate 11 was applied with screen printing except for opening for liquid crystal impregnation of the adhesives (XN-21, Mitsui Toatsu Chemicals, Inc. make) of an epoxy resin. Then, in the condition of having made said orientation film the array substrate 12 and the opposite substrate 11 countering, it heated and pasted up, pressurizing and superposition and the liquid crystal cell 10 whose cel gap is 7.1 micrometers were produced.

[0085] And it is a pneumatic liquid crystal constituent (ZLI-1132 and E.Merck. shrine make) as a liquid crystal constituent 13 to this liquid crystal cell. What added the chiral agent (S811 and E.Merck shrine make) was poured into $\delta n = 0.14$ by the vacuum pouring-in method, and the inlet of the liquid crystal after impregnation was closed with ultraviolet-rays hardening resin (UV-1000, Sony Chemicals Make). For the concentration of a chiral agent, at this time, the whorl pitch of liquid crystal is about 35 micrometers. It adjusted so that it might become. To the opposite substrate 11 side with which light filter 11b of this liquid crystal cell was formed, as an optical different direction component 30, the phase contrast plate which is an optical different direction component made from a polycarbonate has been arranged so that the direction where the refractive index of a phase contrast plate is large may be intersected perpendicularly in the direction of rubbing.

[0086] The ellipse multiplier Z of the optical different direction component 30 is $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$. When it carried out, it was made to be set to $Z = 9$.

[0087] They are n_{dx} , n_{dy} , and n_{dz} here. Total of the product of the refractive index of the thickness (unit: micrometer) of the said optical different direction component in the direction of a normal of said substrate when said substrate and the said optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and a said optical different direction component is expressed. n_{dx} and n_{dy} The refractive-index component of the said optical different direction component in the field inboard of a field almost vertical to the thickness direction of a said optical different direction component is expressed, and they are n_{dx} and n_{dy} . It is mutually vertical. n_{dz} The refractive-index component of the said optical different direction component of the thickness direction of a said optical different direction component is expressed.

[0088] Furthermore, an optical axis is 45 degrees to the direction of rubbing, and the polarizing plate 20 (G1220DU, NITTO DENKO Make) was stuck so that the optical axis of two polarizing plates might intersect perpendicularly mutually. After extending a film in the direction of a x axis, the phase contrast plate whose value of the phase contrast of the field inboard of the phase contrast plate which extended to y shaft orientations and was made biaxial is 100nm (the difference of n_{dx} and n_{dy} is 0.1) is used for a phase contrast plate. The optical axis of arrangement, i.e., two polarizing plates, intersected perpendicularly mutually, and the direction where the refractive index of a phase contrast plate is large has been arranged so that it may intersect perpendicularly in the direction of rubbing, so that the phase contrast of said liquid crystal cell at the time of the 2nd electrical-potential-difference impression condition may be compensated. And a this optical different direction component is $M = \delta n_{LC} - d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$ when a retardation ratio is set to M.

since -- it was made to be set to $M = 10$

[0089] The refractive-index anisotropy of dLC (unit: micrometer) and said liquid crystal layer is set to

deltanLC for the thickness of said liquid crystal layer.

[0090] In the time of no electrical-potential-difference impressing to an electrode, the obtained liquid crystal electro-optic devices are abbreviation parallel mutually, and toward the substrate of another side, 180 degrees of two or more liquid crystal molecules of the 3rd liquid crystal layer field C could be twisted, and they have arranged them by the field inboard of said substrate from one substrate.

[0091] The time [of the 1st electrical-potential-difference impression], the inclination of the liquid crystal molecule 13c1 of the center section of the liquid crystal layer field C of [3rd] two or more liquid crystal molecules of the 3rd liquid crystal layer field C arranges to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel, and centers on the liquid crystal molecule 13c1. The inclination of a liquid crystal molecule is changing in the thickness direction of the liquid crystal layer 13 pinched between two substrates gradually toward each two substrates 11 and 12 like the liquid crystal molecule 13c2 and 13c3.

[0092] The time [of the 2nd electrical-potential-difference impression], the inclination of two or more liquid crystal molecule 13c of the 3rd liquid crystal layer field has arranged to the direction of a normal of a substrate, and abbreviation parallel.

[0093] It displayed by turning on and carrying out off actuation by the electrical-potential-difference driving source 40 in between at the time of this 1st electrical-potential-difference impression and said 2nd electrical-potential-difference impression. In the case of this example, the electrical potential difference from which the effectual phase contrast of a cel is about set to 0.26 micrometers was used as the minimum value of driver voltage. The 1st electrical-potential-difference impression was displayed by being referred to as 6.5V in 2.4V and the 2nd electrical-potential-difference impression.

[0094] Consequently, as shown in drawing 9 , the electro-optics property that permeability decreases in monotone to driver voltage was acquired, 100 or more were obtained and the viewing angle was also large [the contrast ratio in a transverse plane]. Most differences between gradation did not have the speed of response, and even if it is as high-speed as about 5ms and displayed the image with a motion, the good display [fade / a profile] was obtained. In addition, drawing 7 - drawing 10 are drawings showing ** contrast, the contrast by the observation direction when making the direction of a normal of a substrate into the criteria of the observation direction for the core of a circle is expressed, and a shadow area shows a reversal field. In drawing 7 - drawing 10 , the include angle of the **** direction of a substrate and the observation direction to make becomes large, and the direction of the line which connected the point of a certain arbitration on a circle to the core of a circle (azimuth) expresses the observation direction in the field inboard of a substrate as a circle becomes large toward the core of a circle to an outside concentric circular.

[0095] The fields where the field where the field where the curve (50) was surrounded with a contrast ratio (50) and this curve (50) was surrounded with 50 or more contrast ratios and a curve (10) was surrounded with contrast ratios 50-10 and a curve (1) are contrast ratios 1-10 among drawing.

[0096] (Example 2) TFT-LCD was produced on the same member and same conditions as an example 1, having used the value of Z of the phase contrast plate in an example 1 as 7. This result is shown in drawing 8 . In this way, the good display was obtained even if obtained LCD shook the viewing angle.

[0097] (Example 1 of a comparison) TFT-LCD was produced on the same member and same conditions as an example 1, having used the value of Z of the phase contrast plate in an example 1 as 1 (one 1 shaft phase contrast plate activity). This result is shown in drawing 7 . In this way, when a viewing angle was shaken, obtained LCD had the dramatically large reversal field, and its lowering of contrast was also remarkable.

[0098] (Example 2 of a comparison) TFT-LCD was produced on the same member and same conditions as an example 1, having used the value of Z of the phase contrast plate in an example 1 as 12 (one 1 shaft phase contrast plate activity). This result is shown in drawing 10 . In this way, when a viewing angle was shaken, obtained LCD had the dramatically large reversal field, and its lowering of contrast was also remarkable.

[0099] As mentioned above, a liquid crystal optical element with few viewing-angle dependencies can be obtained by using $7 \leq Z \leq 10$ and an optical different direction component which is set to $8 \leq Z \leq 10$ still more preferably for the value of Z.

[0100] Moreover, although angle-of-torsion θ of the field inboard in the substrate of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer which the liquid crystal molecule comrade has arranged to parallel mostly, and the liquid crystal molecule of a liquid crystal layer arranges toward the substrate of another side here from one substrate of two substrates at the time of no electrical-potential-difference impressing mentioned as the example the case where it was $\theta = 180$ degrees and explained it It can apply also to the OCB mode of a normally white mode display, and the mode of the resemblance, and the same effectiveness can be acquired.

[0101] Moreover, the relation between the applied voltage (axis of abscissa) at the time of changing the value of M and permeability (axis of ordinate) is shown in drawing 11, using $n_{LC} - d_{LC}$ as 1.0.

[0102] 1 shaft phase contrast plate whose value of phase contrast [in / for the optical different direction component in an example 1 / the field inboard of a phase contrast plate] is 400nm, (Example 3) TFT-LCD was produced on the same member and same conditions as an example 1 except having produced the optical different direction component so that an optical axis might intersect perpendicularly and it might be set to superposition, $Z = 9$, and $M = 10$ in two of 1 shaft phase contrast plates whose values of the phase contrast in the field inboard of a phase contrast plate are 500nm. In this way, as for obtained LCD, the viewing-angle property is improved, as for the viewing angle.

[0103] (Example 4) TFT-LCD was produced on the same member and same conditions as an example 1 except having produced the optical different direction component in an example 1 combining one 1 shaft phase contrast plate whose value of the phase contrast in the field inboard of a phase contrast plate is 100nm, and a negative phase contrast plate (n_{dx} and $n_{dy} > n_{dz}$), so that Z value might be set to 9 as an optical different direction component. In this way, as for obtained LCD, the viewing-angle property is improved, as for the viewing angle.

[0104] (Example 3 of a comparison) The value of Z produced TFT-LCD of $M = 7.4$ on the same member, and the same conditions using the optical different direction component of 9 like the example 1 except having set the diameter of the spacer in an example 1 to 5.3 micrometers, and having set the cel gap to 5.3 micrometers. In this way, obtained LCD had low permeability and display grace tended to be spoiled.

[0105] (Example 4 of a comparison) TFT-LCD of $M = 18.2$ was produced on the same member and same conditions as an example 1 except having set the diameter of the spacer in an example 1 to 13 micrometers, and having set the cel gap to 13 micrometers. In this way, obtained LCD could kick or, only to 6V, since there was no **, it could make the maximum electrical potential difference black enough (since a TFT component is destroyed on the electrical potential difference beyond this), but display grace tended to be spoiled.

[0106] As mentioned above, the optical different direction component of this invention is obtained by using together the phase contrast plate which has the optical axis of the biaxial or one shaft using two or more phase contrast plates using one or more phase contrast plates which have a biaxial optical axis which have the optical axis of one shaft, and a negative phase contrast plate etc. Moreover, the good liquid crystal optical element of display grace can be obtained by setting the value of M to $7.5 < M < 18$.

[0107] (Example 5) One of the polarizing plates in an example 1 was changed to the reflecting plate, the diameter of a spacer was set to 3.6 micrometers, the cel gap was set to 3.6 micrometers, and TFT-LCD of $Z = 9$ and $M = 10$ was produced on the same member and same conditions as an example 1 except having used the biaxial phase contrast plate whose value of the phase contrast in the field inboard of a phase contrast plate is 50nm. In this way, when obtained LCD was driven, the viewing-angle property was good and the bright display was obtained.

[0108] (Example 6) The optical different direction component in an example 1 was produced combining two torsion phase contrast plates. Specifically, the phase contrast of field inboard produced [angle of torsion of an optical axis] at the field inboard of one phase contrast plate whose phase contrast of field

inboard angle of torsion of an optical axis is 100nm at 10 degrees, and substrate combining two sheets of one phase contrast plate of zero at 650 degrees to the field inboard of the substrate which consists of a cholesteric-liquid-crystal polymer. Torsion of an optical axis has twisted 660 degrees of this optical different direction components to the field inboard of a substrate at the whole.

[0109] Thus, by having given torsion to the optical axis of an optical different direction component, by acquiring high contrast and using the phase contrast plate whose angle of torsion of an optical axis is 650 degrees, the same effectiveness as a thing with an optical property top negative phase contrast plate was acquired, and the viewing-angle property became good.

[0110] (Example 7) The optical different direction component in an example 1 was produced combining one torsion phase contrast plate and one negative phase contrast plate. Namely, substrate which consists of a cholesteric-liquid-crystal polymer The negative phase contrast plate whose optical anisotropy is negative was together put in the direction in the direction of a normal of a substrate when one phase contrast plate whose angle of torsion of an optical axis is 10 degrees, substrate, and an optical different direction component have been mostly arranged to parallel, and the optical different direction component was produced so that it might be set to $Z=9$ with the whole optical different direction component.

[0111] Thus, high contrast was acquired by having given torsion to the optical axis of an optical different direction component, and since it was a negative phase contrast plate, the viewing-angle property became good.

[0112] (Example 8) The optical different direction component in an example 1 was produced combining one phase contrast plate and one torsion phase contrast plate without biaxial torsion. That is, in the combination of one torsion phase contrast plate and biaxial phase contrast plate which consist of a cholesteric-liquid-crystal polymer, the optical different direction component was produced so that it might be set to $Z=9$ with the whole optical different direction component. Thereby, the viewing-angle property became good.

[0113] The liquid crystal electro-optic device of this invention explained in the above example is widely applicable to the high-speed liquid crystal shutter used for the glasses used for the liquid crystal display component and the light valve of a video projector which are used for a personal computer, a word processor, etc., and 3D-TV.

[0114]

[Effect of the Invention] Since the optical different direction component combined with the liquid crystal cell in OCB mode or the similar mode has a biaxial and negative optical anisotropy and sets the ellipse multiplier Z or less [7 or more] to ten, the liquid crystal electro-optic device of this invention can obtain the liquid crystal electro-optic device with a good viewing-angle property suitable for the Nor Marie White display in the above-mentioned mode.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view in which one example of this invention is explained to and the sectional view in which (a) shows the array condition of the liquid crystal molecule at the time of no electrical-potential-difference impressing [of a liquid crystal cell], the sectional view in which (b) shows the array condition of the liquid crystal molecule at the time of the 1st electrical-potential-difference impression of a liquid crystal cell, and (c) show the array condition of the liquid crystal molecule at the time of the 2nd electrical-potential-difference impression of a liquid crystal cell,

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section in which the liquid crystal cell of the liquid crystal electro-optic device in the conventional OCB mode is explained to, and the sectional view in which (a) shows the array condition of the liquid crystal molecule at the time of no electrical-potential-difference impressing [of a liquid crystal cell], drawing of longitudinal section in which (b) shows the array condition of the liquid crystal molecule at the time of no 1st electrical-potential-difference impressing a liquid crystal cell, and (c) show the array condition of the liquid crystal molecule at the time of no 2nd electrical-potential-difference impressing a liquid crystal cell,

[Drawing 3] The sectional view of the liquid crystal electro-optic device which is one example of this invention,

[Drawing 4] The abbreviation perspective view explaining actuation of one example of this invention.

[Drawing 5] Drawing explaining the index ellipsoid of the liquid crystal cell used for this invention,

[Drawing 6] Drawing explaining the index ellipsoid of the optical different direction component used for this invention,

[Drawing 7] Drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal electro-optic device of the example 1 of a comparison,

[Drawing 8] Drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal electro-optic device of the example 2 of this invention,

[Drawing 9] Drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal electro-optic device of the example 1 of this invention,

[Drawing 10] Drawing showing the viewing-angle property of the liquid crystal electro-optic device of the example 2 of a comparison,

[Drawing 11] Applied-voltage-permeability curvilinear drawing which makes the value of Retardation M a parameter.

[Description of Notations]

1 -- Liquid crystal electro-optic device

10 -- Liquid crystal cell

11 -- Substrate

11a -- Electrode

12 -- Substrate

12a -- Electrode

13 -- Liquid crystal layer

13a -- Liquid crystal molecule of the 1st liquid crystal layer field A

13b -- Liquid crystal molecule of the 2nd liquid crystal layer field B

13c -- Liquid crystal molecule of the 3rd liquid crystal layer field C

20 -- Polarizing plate

30 -- Optical different direction component

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-160022

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I.	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0		G 0 2 F 1/1335	5 1 0
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
G 0 2 F 1/139			G 0 2 F 1/137	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平8-248350
(22) 出願日 平成8年(1996)9月19日
(31) 優先権主張番号 特願平7-259980
(32) 優先日 平7(1995)10月6日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72) 発明者 岡本 ますみ
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72) 発明者 庄子 雅人
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72) 発明者 田中 康晴
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(74) 代理人 弁理士 大胡 典夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶電気光学装置

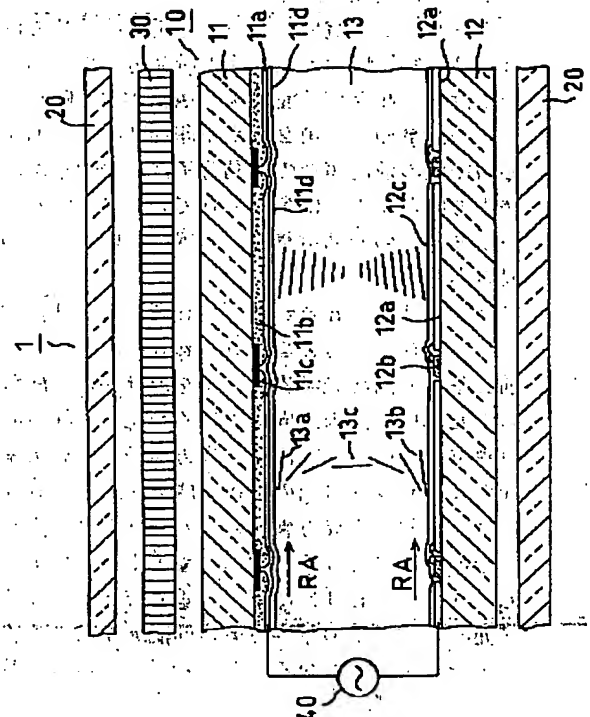
(57) 【要約】

【課題】 ノーマリホワイトモード表示のOCBモード、及びその類似のモードのに最適な液晶電気光学装置の広視野角化を図る。

【解決手段】 液晶電気光学装置1としてベンド配列の液晶セル10に光学異方素子30を組み合わせたときに、光学異方素子30の屈折率楕円体の楕円係数Zとして、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、

$7 \leq Z \leq 1.0$

(光学異方素子30の厚みdと光学異方素子30の屈折率nの積kx、y、z方向成分を n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} とする。 n_{dx} 、 n_{dy} は光学異方素子の面内方向の成分、 n_{dz} は厚み方向の成分を表す。)を満たす、液晶セル10の液晶層13の視角特性を補償する光学異方素子を配置する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】セル中央部にねじれ配向が存在する液晶層を含むベンド配向液晶セルと、このベンド配向液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子とを備えた液晶電気光学装置において、前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率成分を表す。 n_{dx} , n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)となることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項2】一面に電圧が印加される電極を有する2枚の基板を前記主面が対向するように配置し、この2枚の基板間に液晶層が挟持された液晶セルと、前記液晶セルを挟持するように配置された2枚の偏光板と、前記偏光板と前記液晶セル間に配置された光学異方素子と、前記電極に接続され前記液晶層に電圧を印加する駆動手段とを備え、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子のうち前記2枚の基板の一方の基板に接する複数の液晶分子からなる第1の液晶層領域と、前記液晶層の液晶分子のうち前記2枚の基板の他方の基板に接する複数の液晶分子からなる第2の液晶層領域と、前記液晶層の液晶分子のうち前記第1の液晶層領域と前記第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子からなる第3の液晶層領域とからなり、前記電極への第1の電圧印加時では、前記第3の液晶層領域の前記複数の液晶分子のうち一部の液晶分子はその傾きが前記基板の法線方向と略平行に配列し、前記電極への第2の電圧印加時では、前記第3の液晶層領域の前記複数の液晶分子はその傾きが前記基板の法線方向と略平行に配列されているノーマリーホワイト表示モードの液晶電気光学装置において、且つ前記光学異方素子は、

$$Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$$

としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率成分を表す。 n_{dx} , n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)となることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項3】前記光学異方素子が、 $8 \leq Z \leq 10$

であることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項4】前記第1の電圧印加時を前記液晶電気光学装置の表示のオン時とすることを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項5】前記第1の電圧印加時と第2の電圧印加時の間で表示を行うことを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項6】前記第1の電圧印加時における前記第3の液晶層領域の前記基板の法線方向と略平行に配列した液晶分子を中心にして、前記2枚の基板間に挟持された前記液晶層の厚さ方向に、前記2枚の各々の基板に向かって段階的に液晶分子の傾きが変化していることを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項7】前記第1の電圧印加時の前記液晶層の厚さ方向における前記第3の液晶層領域の中央部の液晶分子の傾きが前記基板の法線方向と略平行に配列していることを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項8】前記光学異方素子が、前記液晶セルのリタデーションと光学異方素子の面内方向のリタデーションの比Mを

$$M = \Delta n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$$

としたとき、

$$7.5 < M < 18$$

(前記液晶層の厚み(単位: μm)を d_{LC} 、前記液晶層の屈折率を Δn_{LC} とする)となることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項9】前記2枚の偏光板の内、1枚が反射板であることを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項10】前記2枚の偏光板は各々の光学軸が直交するように配置したことを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項11】前記偏光板の光学軸を、前記2枚の基板の各々の配向処理方向のなす角を2等分する2等分線から 45° 傾いた方向に設定することを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項12】前記電極への電圧無印加時では、前記第3の液晶層領域の前記複数の液晶分子は互いに略平行で電極表面に対し $3^\circ \sim 8^\circ$ 傾いており、かつ前記液晶分子は一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向でねじれ、ねじれ角 180° で配列し、液晶のねじれ能は 10° 以上 360° 以下であることを特徴とする請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項13】前記光学異方素子は、1軸の光軸からなる2枚以上の位相差板の組み合わせからなり、前記少なくとも2枚の位相差板の光軸が異なることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の

(3)

3

液晶電気光学装置。

【請求項14】 前記光学異方素子は、1軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板と、2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項15】 前記光学異方素子は、前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向に光学異方性が負である少なくとも1枚の位相差板であることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項16】 前記光学異方素子の光軸が前記基板の面内方向にねじれていることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項17】 前記光学異方素子の光軸が前記基板の法線方向にねじれていることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項18】 前記光学異方素子の光軸が前記基板の面内方向にねじれかつ前記基板の法線方向にもねじれていることを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項19】 前記光学異方素子の光軸のねじれが、液晶層のねじれを補償することを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項20】 前記光学異方素子の光軸のねじれが、第1の電圧印加時と第2の電圧印加時との間でとる前記液晶層の配列状態における前記液晶層のねじれを補償することを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項21】 前記光学異方素子の光軸のねじれが、第1の電圧印加時にとる前記液晶層の配列状態における前記液晶層のねじれを補償することを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項22】 前記光学異方素子の光軸のねじれが、前記液晶層の前記基板の法線方向成分の光学異方性を補償することを特徴とする請求項2、請求項8、請求項12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【請求項23】 前記光学異方素子は、ポリカーボネイト、ポリアリレート、コレステリック液晶ポリマー、ディスプレイック液晶ポリマーのいずれかからなることを特徴とする請求項12に記載の液晶電気光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶電気光学装置に係わり、特に高速応答の液晶電気光学装置に関する。

【0002】

4

【従来の技術】 高速応答が得られる液晶電気光学装置として、OCBモードが注目を集めている。

【0003】 OCBの基本構成を図2を用いて説明する。

【0004】 OCBモードは、一主面に電極51a、52aが形成された2枚の基板51、52を主面が対向するように配置し、2枚の基板間に液晶層53が挟持された液晶セル50と、液晶セル50を挟持するように配置された2枚の偏光板60と、偏光板60と液晶セル50間に配置された光学異方素子70とを有している。

【0005】 前記液晶層53は、図2(a)に示すように、液晶層53の液晶分子のうち前記2枚の基板の一方の基板51に接する複数の液晶分子53aからなる第1の液晶層領域Aと、液晶層の液晶分子のうち2枚の基板の他方の基板52に接する複数の液晶分子53bからなる第2の液晶層領域Bと、液晶層53の液晶分子のうち第1の液晶層領域Aと第2の液晶層領域Bとに挟まれた複数の液晶分子からなる第3の液晶層領域Cとからなる。電極に印加する電圧値を変えることにより、この液晶層の液晶分子は、図2(a)、(b)、(c)に示すような配列状態をとる。

【0006】 OCBモードの液晶層は、2枚の基板の配向方向が等しく、電圧無印加状態では図2(a)に示すようにスプレッド配列状態をとり、電極に電圧を印加すると図2(b)に示すような第3の液晶層領域Cの一部の液晶分子53c1が基板の法線方向とほぼ平行に配列しているベンド配列状態をとり、更に電圧を印加すると図2(c)に示すような第3の液晶層領域Cの液晶分子53c2、53c3が基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態をとる。OCBモードは、この図2(b)(c)の状態における各々の印加電圧間で表示を行い、電圧を制御することにより液晶層における位相差を変化させて表示する複屈折効果型の液晶表示モードであり、その応答速度は、OCBモードに関する文献によれば、数msという必要かつ十分な値が得られることが報告されている。

【0007】 この表示モードの表示時の液晶分子配列は、液晶の上半分、下半分が常時ほぼ対称な形状となっていることが特徴である。したがって、液晶分子が並ぶ面(図2の紙面方向)に平行となるような視角(観察角度)の範囲であれば、液晶の上半分、下半分がほぼ対称な形状となり、この場合の液晶層の屈折率楕円体は球になり、この範囲であれば視角依存性がほとんど無くなり、広い視野角が得られる。

【0008】 しかし、液晶が並ぶ面に対して平行でない視角に対しては、液晶層の屈折率楕円体が球にはならず観察角度により屈折率楕円体に変形してしまい視角依存を生じる。

【0009】 この様な視野角の問題を解決する方法として、厚さ方向の屈折率を最適化した二軸の光軸を有する

50

(4)

5

光学異方素子を附加することが報告されている（宮下ら、Eurodisplay '93, pp149-152）。

【0010】また、OCBモードで良好な黒表示を得るには、高電圧側で黒とするノーマリーホワイトモード表示が好ましい。これは、電圧を印加し液晶分子が図2

(c)に示すように第3の液晶層領域Cの液晶分子53cがほぼ基板の法線方向に対して平行となる、すなわち液晶分子がほぼ立ち上がった状態を黒表示に用いるものであり、この状態では液晶層の位相差が比較的小さな値であるので、偏光板を直交して得られる黒の均一性が良

い。

【0011】
【発明が解決しようとする課題】上述したように、広視角かつ高速応答を得るにはOCBモードのLCDが挙げられ、良好な黒表示を得るのにはノーマリホワイトモード表示が好ましい。そして視角を補償するには液晶層の屈折率楕円体を補償して球となるような光学異方素子を選定することが重要となる。

【0012】本発明は、ノーマリホワイトモード表示のOCBモード及びその類似のモードに最適な光学異方素子を持つ液晶電気光学装置を提供することを目的とする。なお、OCBモードと類似のモードとは、液晶層53が、図2(b)に示すような第3の液晶層領域Cの一部の液晶分子53c1が基板の法線方向とほぼ平行に配列している配列状態を持ち、この配列状態の液晶層に更に電圧をかけて図2(c)に示すような第3の液晶層領域Cの液晶分子53c2、53c3が基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態を持つ液晶電気光学装置をいう。例えば、OCBモードと同一の配向処理を施した液晶セルにカイラル能を持たせた液晶を入れると、電圧無印加時にはユニフォーム配列で180°ツイストの配列が得られる。このような配列に対し、大きな電圧を印加すると前述のベンド配列が容易に得られる。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶電気光学装置は、セル中央部にねじれ配向が存在する液晶セルを含むベンド配向液晶セルで、このベンド配向液晶セルの視角依存性を低減させる光学異方素子とを備えた液晶電気光学装置において、前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率成分を表す。nは屈折率、dは厚みであるが、光学異方素子は複数枚で構成される場合があり、その総和を表す。 n_{dx} , n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面(x-y面)の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み

6

方向(z方向)の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)となることを特徴とする液晶電気光学装置を提供するものである。

【0014】すなわち、この液晶電気光学装置のベンド配向液晶セルの液晶層は、液晶層の液晶分子のうち2枚の基板の一方の基板に接する複数の液晶分子からなる第1の液晶層領域と、液晶層の液晶分子のうち前記2枚の基板の他方の基板に接する複数の液晶分子からなる第2の液晶層領域と、液晶層の液晶分子のうち第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子からなる第3の液晶層領域とからなる。電極への第1の電圧印加時では、液晶層は第3の液晶層領域の複数の液晶分子のうち一部の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列し、電極への第2の電圧印加時では、液晶層は前記第3の液晶層領域の前記複数の液晶分子はその傾きが前記基板の法線方向と略平行に配列されている。

【0015】そして、光学異方素子は、基板の法線方向に対して傾いた方向における、前記第2の電圧印加時の液晶層の、前記2枚の基板に挟持された液晶層の厚さ方向成分の光学異方性を補償することを特徴とする。すなわち、本発明のOCBモード及びOCBモードに類似したモードにおいては、第2の電圧印加時では基板付近の液晶分子を除く液晶分子は基板の法線方向に対してほぼ平行であるため、基板の法線方向、すなわち、液晶層の厚さ方向の光学異方性成分に屈折率異方性が非常に大きくなる。本発明では、光学異方素子を配置して、基板の法線方向に対して傾いた方向における、このような液晶層の厚さ方向成分の液晶層の光学異方性を補償する。

【0016】本発明の液晶層の配列状態をOCBモードに類似したモードの液晶電気光学装置を例にあげて図1を用いて説明する。

【0017】図1(a)に示すように、液晶層13は複数の液晶分子からなり、この液晶層13は、2枚の基板の一方の基板、すなわち電極11aを持つ基板11に接する複数の液晶分子13aからなる第1の液晶層領域Aと、2枚の基板の他方であり電極12aを持つ基板12に接する複数の液晶分子13bからなる第2の液晶層領域Bと、第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子13cからなる第3の液晶層領域Cとからなる。そして、図1(a)は電圧を電極への電圧無印加時の液晶分子の配列を示し、図1(b)は電極への第1の電圧印加状態を示し、図1(c)は電極への第2の電圧印加状態を示す。

【0018】図1(a)に示すように、電極に接続された電圧駆動源40から電極11a、12aへの電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子13cは互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向でお互いで配列されている。

【0019】図1(b)に示すように、電極11a、12aへの第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの

(5)

7

複数の液晶分子のうち層中央の一部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第1の電圧印加時とは、閾値電圧以上で液晶分子が基板の法線方向と略平行、すなわち液晶分子が立ち上がり始めた液晶セルの位相差の印加電圧による変化が急激である状態より更に、液晶への印加電圧を大きくした時である。

【0.020】次に、図1(c)に示すように、電極11a、12aへの第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の電極に接する側の複数の液晶分子13c2、13c3の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第2の電圧印加時は、第1の電圧印加時よりも更に電圧をかけた状態であり、このとき第3の液晶層領域の液晶分子13c2、13c3が前記基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態、すなわち液晶が立ち上がった状態となる。

【0.021】このようなOCBモードに類似のモード及びOCBモードでは、図1(b)、(c)に示すような配列状態では、2枚の基板11、12間に液晶層13を挟持した液晶層厚み方向で液晶層の上半分と下半分は液晶層の中央付近を境にほぼ対称のベンド配列となっている。このため、図4に示すように液晶分子が厚み方向に並ぶ平面40に対してほぼ平行となるような視角（観察角度）の範囲であれば、液晶の上半分、下半分がほぼ対称な形状となり、この場合の液晶層の光学異方性を表す屈折率楕円体は球になり、この範囲であれば視角依存性がほとんど無くなり、広い視野角が得られる。一方、図4に示す平面40に対して平行でない視角に対しては、液晶層の屈折率楕円体が球にはならず観察角度により屈折率楕円体が変形してしまい視角依存を生じる。

【0.022】本発明はこのような液晶層の光学異方性を補償することにより、より広い視角を得ることができるものである。

【0.023】すなわち、本発明の液晶電気光学装置は、下記の屈折率楕円体係数Z値をもつ2軸の光軸を有する負の光学異方性を持つ光学異方素子を有する。

【0.024】 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 1.0$

ここに、 n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} は、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み（単位： μm ）と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx、y、z方向の屈折率成分を表す。 n_{dx} 、 n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。

【0.025】液晶セルの液晶層が図4に示した配向の場合、これ等価な屈折率楕円体は図5に示すように $n_{zLC} > n_{xLC} > n_{yLC}$

8

で、図5の楕円体RLの各断面であるxz面、yz面、xy面から明らかなように、例えると「ラグビーボール」がy方向に圧縮された形状になる。

【0.026】これを補償する光学異方素子の屈折率楕円体RCは図6に示すように、図5と逆に「ラグビーボール」の長軸方向zを他の2軸よりも圧縮し、かつ他の2軸のうちy方向を長くした形状にするのが望ましい。

【0.027】この屈折率楕円体を屈折率の式に表すと、 $Z = (n_{xC} - n_{zC}) / (n_{xC} - n_{yC})$ ここに、 $n_{zC} < n_{xC} < n_{yC}$ である。

【0.028】ここで、 n_{zC} の大きさは、図1の液晶層13の基板に接する領域A、Bの液晶分子13a、13bの傾き、すなわちプレチルト角に依存する。

【0.029】均一表示を得るには、プレチルト角と液晶層の厚みが均一であることが望まれるが、均一にし得るプレチルト角は高くなるに従い製作が難しく、高々8度が限界である。したがってZ値はプレチルト角により変化し、実現可能なプレチルト角の範囲では、 $7 \leq Z \leq 1.0$

となる。

【0.030】このような光学異方素子を配置した液晶電気光学装置は、OCBモード及びそれと類似のモードのノーマリーホワイト表示に適している。これにより、基板の法線方向に対して傾いた方向における、このような液晶層の厚さ方向成分の液晶層の光学異方性を補償して、視角をより広くすることができる。この範囲内であれば、視角が広く、反転領域の非常に少ない、優れた表示性能が得られる。Zの値が、7未満になると、反転領域が広くなり、コントラスト比が良好な範囲も狭くなる。また、1.0より大きくなると、再度反転領域が増加する。

【0.031】更に、本発明では、Zの値が、 $8 \leq Z \leq 1.0$ であることがより好ましい。

【0.032】本発明では、OCB及びこれと類似した表示モードOCB及びこれと類似した表示モードは、より広い視野角を得るために先に述べた条件の光学異方素子を使用する。更に、本発明では、光学異方素子のリタレーションと液晶セルのリタレーションの関係を特定の条件に設定することにより、駆動電圧を実用範囲内にし、かつ、明るい表示ができることを見出した。

【0.033】OCB及びこれと類似した表示モードは、全て複屈折モードであり、その液晶セルの透過率Tは、次式で表される。

【0.034】 $T = \sin^2(R/\pi\lambda) \dots (1)$ (1)式は直交ニコルで、光軸は透過率軸と45°の時の透過率を表す。Rは偏光板間に存在する光学異方体のリタレーション値であり、 λ は光源波長である。

【0.035】光学異方素子の光軸の向きは、液晶セルのラビング軸の向きに対して垂直である。この様な配置の

(6)

9

場合、総リタデーション値は、液晶セルのリタデーションRLCと光学異方素子のリタデーションRfxyのそれぞれのリタデーション値の差となり、式(1)中のパラメータRは、

$$R = RLC - Rfxy \quad \text{--- (2)}$$

となる。

【0036】したがって、(2)式から、液晶セルの透過率は、液晶セルのリタデーションと光学異方素子の面内方向のリタデーションの差により決まる。すなわち、光学異方素子の面内方向のリタデーションは、ディスプレイの明るさに影響する。

【0037】液晶セルのリタデーションは液晶層に印加*

$$M = RLC / Rfxy = \Delta n LC \times dLC / (n dx - n dy) \quad \text{--- (3)}$$

ここで、 $\Delta n LC$ は液晶の屈折率差、 dLC は液晶層の厚みである。

【0040】図11に、リタデーション比Mに対する電気光学特性への依存性を示す。Mの値が7.5以下になると、透過率が低下するため、コントラスト比が下がり、表示品位が劣化する。又、Mが1.8以上になると、透過率が上がり表示品位は良くなるが、黒表示電圧が1.0V以上と高くなり過ぎ、消費電力の増加や高電圧印加のための特殊な高耐圧集積回路が必要となり実用的でない。したがって、良好な明るさと実用的な黒表示電圧を達成できるリタデーション比Mは、

$$7.5 < M < 1.8$$

である。

【0041】また、本発明の液晶電気光学装置は、光学異方素子が、

$$0.022 \leq n dx - n dy \leq 0.667$$

$$0.15 < n dx - n dz < 6.7$$

とするのが好ましい。これにより、液晶層の $\Delta n LC \cdot dLC$ の値が $0.3 \mu m$ 以上 $5 \mu m$ 以下とした時に最適な光学異方素子を有する液晶電気光学装置を得ることができる。

【0042】また、本発明の液晶電気光学装置は、2枚の偏光板の内、1枚を反射板とすることができる。

【0043】この場合、光が装置を2度通過するので、 $(n dx - n dy)$ の下限値は0.011となる。

【0044】また、本発明の液晶電気光学装置は、第1の電圧印加時を液晶電気光学装置の表示のオン時とすると、第1の電圧印加時では液晶層の配列状態が第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち一部の液晶分子9aの傾きが基板の法線方向と略平行に配列しているため、高速応答の表示を得ることができる。

【0045】また、本発明の液晶電気光学装置は、第1の電圧印加時と第2の電圧印加時の間で表示を行うことを特徴とする。これにより高速応答の表示を得ることができる。

【0046】また、本発明の液晶光学素子は、第1の電圧印加時における第3の液晶層領域の前記基板の法線方

10

*される電圧によって変化する。液晶セルの電圧が変化し、液晶セルのリタデーションと光学異方素子の面内方向のリタデーションが等しくなったとき、総リタデーションは零となり、黒の表示が得られる。

【0038】すなわち、光学異方素子の面内方向リタデーションは、黒表示が得られる電圧値に影響する。そこで、光学異方素子の面内方向リタデーションと光学異方素子の面内方向リタデーションの比、すなわちリタデーション比Mとして次の様にMを定義し、これらの影響を調べた。

【0039】

向と略平行に配列した液晶分子を中心にして、2枚の基板間に挟持された液晶層の厚さ方向に、2枚の各々の基板に向かって段階的に液晶分子の傾きが変化していることを特徴とする。

【0047】また、本発明の液晶光学素子は、第1の電圧印加時の液晶層の厚さ方向における第3の液晶層領域の中央部の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列していることを特徴とする。

【0048】また、本発明の液晶電気光学装置は2枚の偏光板は各々の光学軸が直交するように配置されることを特徴とする。このように設定し、かつ上記のように屈折率楕円係数Z、リタデーション比Mの値を設定することにより、第2の電圧印加時で良好な黒表示を得ることができる。

【0049】2枚の偏光板が直交する時と平行な時とを比較した場合、どちらでも表示可能であるが、良好なコントラスト比を得るためには良い黒を得るすなわち透過率が低いことが必要となるので、偏光板が直交状態であることがより好ましい。これは、偏光板が平行状態で黒の場合は、波長分散の影響が出るためである。偏光板が平行状態では、コントラスト比は低下すると考えられるが、透過率を高くしやすい。

【0050】偏光板の光学軸を、前記2枚の基板の各々の配向処理方向のなす角を2等分する2等分線から45°傾いた方向に設定することを特徴とする。これは、2枚の偏光板を直交に配置した時でも平行に配置した時でも、このように設定することにより最大透過率を得ることができる。

【0051】以上の液晶電気光学装置に適用できる具体的なOCBモードおよびOCBモードに類似のモードの液晶層の配列状態を以下に示す。なお、2枚の偏光板のうち1枚を反射板とした場合にも適用できる。この場合、液晶セルに入射した光は液晶層厚の2倍の距離を通過することとなるので、透過型に比べ液晶層厚を約半分

【0052】本発明の液晶電気光学装置は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層

(7)

11

の液晶分子は、電圧無印加時にスプレイ配列していることを特徴とする。すなわち、OCBモードに適用することができる。

【0053】さらに、本発明の液晶電気光学装置の一態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の前記基板内の面内方向のねじれ能 θ_0 が、 $\theta_0 = 0^\circ$ である。

【0054】ここに、ねじれ能とは、液晶自体が持つ自発的なねじれ角を示し、一般にねじれ能はコレステリック液晶組成物の混合濃度により制御できる。

【0055】さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ_0 が、 $\theta_0 > 0^\circ$ であることを特徴とする。このようにねじれ能 θ_0 を $\theta_0 > 0^\circ$ にすることにより、電圧無印加時のスプレイ配向状態から第1の電圧印加時の第3の液晶層領域の1部の複数の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している状態への移動時間が $\theta_0 = 0^\circ$ であるときと比べ、格段に早くすることができる。

【0056】さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ_0 が、 $\theta_0 = 90^\circ$ で、かつプレチルト角が2枚の基板で異なることを特徴とする。 $\theta_0 = 90^\circ$ のとき、プレチルト角が2枚の基板で異ならせることにより、表示を可能とする。

【0057】さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ が、 $\theta = 180^\circ$ であることを特徴とする。バックフロー効果を考えた場合、ねじれ能が 180° 及びその前後である $175^\circ \sim 185^\circ$ であることが最も望ましい。ここで、バックフロー効果について説明する。例えば電圧がかかっている時の中央近傍のやや立ち上がった液晶分子は、電圧を切ることにより基板付近の寝ている状態の液晶分子に引き戻される。しかし、中央付近の立ち上がった部分の液晶分子は、中央近傍の液晶分子によって寝た状態になるのを妨げられ、戻りが遅くなる。これをバックフロー効果という。ベンド配列の場合、このバックフロー効果は無くなるが、液晶が 180° ねじれた状態を除いたねじれ状態が生じた場合、このバックフロー効果が発生する。

【0058】また、本発明の液晶電気光学装置は、電極への電圧無印加時では、前記第3の液晶層領域の複数の液晶分子は互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって基板の面内方向でねじれて配列することを特徴とする。すなわち、OCBモードと類似のモードであり、この場合でも本発明は適用可能である。この場合、OCBモードと同様に表示領域にて高速応答が可能

12

となる。

【0059】さらに、OCBモードと類似のモードとしては、本発明の液晶電気光学装置は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角 θ が、略 90° または略 270° であり、かつ液晶層のプレチルト角が前記2枚の基板で異なることを特徴とする。この場合、ねじれ角 θ が、 90° または 270° の場合、液晶層の中央付近の液晶分子が立ち上がった状態の領域では、二枚の基板表面での液晶分子のプレチルト角が等しい場合、液晶層の上半分と下半分での位相差の大きさが等しくなり、しかもその方向が互いにほぼ 90° 度となっている。この為セル全体としての位相差はセルの上半分と下半分が互いに補償する関係となる。このため、印加電圧を更に増加させて液晶分子を駆動しても光学応答を変化させることができない。これに対し、プレチルト角を2枚の基板間で異ならせることにより、セルの上半分と下半分とで配列が異なるために位相差が生じ、2枚の基板間でプレチルト角が等しいセルの飽和電圧を印加したときでも明の表示ができる。したがって、さらに、電圧を印加することで、暗の表示が得られ、高速表示が可能になる。このようなセル全体としての位相差がセルの上半分と下半分が互いに補償する関係となるねじれ角 90° または 270° の場合、そしてこのような関係となる傾向の強いねじれ角 90° を除く $85^\circ \sim 95^\circ$ 、ねじれ角 270° を除く $265^\circ \sim 275^\circ$ の場合に、2枚の基板のプレチルト角の大きさを変えることは有効である。

【0060】また、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、液晶層が、第1の電圧印加時は電圧が無印加であることを特徴とする。すなわち、電圧無印加時に第3の液晶層領域の1部の複数の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している状態となっているものであり、OCBモードと類似のモードであり、この場合でも本発明は適用可能である。

【0061】本発明の液晶電気光学装置に用いる光学異方素子について、以下に示す。

【0062】光学異方素子は2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板であることを特徴とする。

【0063】また、1枚のみで本発明のZの範囲が実現できない場合の光学異方素子の一態様は、1軸の光軸からなる2枚以上の位相差板の組み合わせからなり、少なくとも2枚の位相差板の光軸が異なることを特徴とする。

【0064】また、一軸の光学異方素子の組み合わせでZの値の範囲が実現できない場合は、光学異方素子の一態様は、1軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板と、2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする。

【0065】また、光学異方素子の他の態様は、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの基板の法線方

(8)

13

向に光学異方性が負である少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする。

【0066】また、液晶セルのねじれの光学効果をより良く補償したい場合には、光学異方素子の他の態様は、光学異方素子の光軸のねじれは、基板の面内方向または、基板の法線方向または基板の面内方向と法線方向の両方の方向にねじれていることを特徴とする。

【0067】この様な光学異方素子は液晶層のねじれを補償する、または、液晶層の基板の法線方向成分の光学異方性を補償する。

【0068】以上のように、本発明では、光学異方素子は、1軸または2軸の光軸をもつ位相差板、負の位相差板を単独あるいは組み合わせることにより、光学異方素子として2軸の光軸をもつようにすれば良い。例えば、1軸の光軸を有する位相差板を2枚以上組み合わせる場合であれば、少なくとも2枚の位相差板の光軸が一致しないように配置して、光学異方素子として2軸の光軸を持つようにする必要がある。

【0069】また、液晶層の液晶分子の基板の面内方向または、基板の法線方向または基板の面内方向と法線方向の両方によるねじれを補償するように、光学異方素子の光軸にねじれを持たせることにより、液晶層のねじれによる光学的影響を補償することができる。この場合、液晶層は、部分的あるいはほぼ全体的に、一方の基板から他方の基板に向かって連続的にあるいは段階的に液晶分子が、基板の面内方向あるいは法線方向あるいはその両方の方向でねじれている場合を含む。

【0070】また、液晶層の基板の法線方向成分に負である位相差板と光学特性上同等となるように、光学異方素子の光軸にねじれを持たせることにより、液晶層の基板の方線方向成分の光学異方性を補償することができる。この場合、光軸のねじれ角の大きい、例えば、光学異方素子の光軸を基板の面内方向にねじった光軸により実現できる。

【0071】位相差板の材質としては、ポリカーボネート、ポリアリレートなど、また、光学異方素子として光軸にねじれをもたせるために、コレステリック液晶ポリマー、ディスコティック液晶ポリマーなどの位相差板を用いることができるが、上記の特性が得られるものであれば、これら材料に限定されない。

【0072】

【発明の実施の形態】以下本発明の液晶電気光学装置の実施例を、液晶層の液晶分子が電圧無印加時に液晶分子同志がほぼ平行に配列しており、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する前記液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角 θ は、 $\theta = 180^\circ$ である場合を例に挙げて詳細に説明する。

【0073】(実施例1)図3及び図4に示すように、本実施例の液晶電気光学装置1は、液晶セル10、この液晶セル10を挟む2枚の偏光板20および液晶セルと

14

一方の偏光板で挟まれた光学異方素子30と、電圧駆動源40とからなる。

【0074】液晶セル10は一主面に電極11aが形成された第1の基板11と、一主面に電極12aが形成された第2の基板12を電極が対向するように配置し、2枚の基板11、12間に液晶層13を挟持している。この装置はノーマリホワイト表示の液晶電気光学装置である。光学異方素子30は、液晶層13の光学異方性を補償している。

10 【0075】図1に示すように、液晶層13は複数の液晶分子からなり、この液晶層13は、2枚の基板の一方の基板11に接する複数の液晶分子13aからなる第1の液晶層領域Aと、2枚の基板の他方の基板12に接する複数の液晶分子13bからなる第2の液晶層領域Bと、第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子13cからなる第3の液晶層領域Cとからなる。そして、図1(a)は電圧を電極への電圧無印加時の液晶分子の配列を示し、図1(b)は電極への第1の電圧印加状態を示し、図1(c)は電極への第2の電圧印加状態を示す。

20 【0076】図1(a)に示すように、電圧駆動源40から電極11a、12aへの電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子13cは互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向でねじれて配列している。

【0077】図1(b)に示すように、電極への第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち一部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第1の電圧印加時とは、閾値電圧以上で液晶分子が基板の法線方向と略平行、すなわち液晶分子が立ち上がり始めた液晶セルの位相差の印加電圧による変化が急激である状態より更に、液晶への印加電圧を更に大きくした時である。

30 【0078】図1(c)に示すように、電極への第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の複数の液晶分子13c1、13c2、13c3の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第2の電圧印加時は、第1の電圧印加時よりも更に電圧をかけた状態であり、このとき第3の液晶層領域の液晶分子13cが前記基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態、すなわち液晶が立ち上がった状態となる。

40 【0079】この液晶層13を2枚の基板にて挟持した液晶セル10を図3に示している。図に示すように、液晶セル10は、ガラス基板の一主面に電極12aが形成されたアレイ基板12とガラス基板の一主面上に電極11aが形成された対向基板11の2枚の基板を主面が対向するように配置し、2枚の基板間にネマティック液晶層13が挟持されてなる。

【0080】図3に示すようにアレイ基板12は、ガラス基板上にマトリクス状に複数の信号線(図示せず)お

50

(9)

15

よび複数の走査線（図示せず）が配設され、これらの交点に対応してポリシリコンのTFT 12bとこのTFTに接続して形成された画素電極12aが形成されており、これらの上に配向膜12cが形成されている。一方、対向基板11は、ガラス基板上に前記アレイ基板11の各画素電極12aに対応して赤、緑、青の三原色からなるカラーフィルタ11bと、これら各色のカラーフィルタを区画するように形成されたブラックマトリクス11cが形成され、これらの上にITO電極11a、配向膜12dが順次形成されている。

【0081】次に、製造方法および表示方法について説明する。

【0082】ガラス基板上にポリシリコンTFT 3と走査線（図示せず）であるゲート線、信号線（図示せず）、画素電極12aを形成した、画素数が縦480、横640×3画素のアレイ基板12を形成した。

【0083】次に、ガラス基板上にアレイ基板12の各画素電極に対応して赤、緑、青の三原色からなるカラーフィルタ11bと、これら各色のカラーフィルタを区画するように形成されたブラックマトリクス11cとを形成し、この上にITO電極11aを形成して対向基板11を形成した。これら2枚のアレイ基板12、対向基板11上に各々配向膜12c、12dとしてポリイミド（SE-5211、（株）日産化学社製、ブレチルト角約5°）を8.0nmの厚さに塗布形成した。ここで、画素ピッチは縦0.33mm、横0.11mmである。続いて前記配向膜を、走査線に平行かつ、2枚の基板11、12上の各々の電極11a、12aが対向するように配置したときに、2枚の基板のラビング方向RAが互いに平行になるような方向にラビングした。

【0084】次に、アレイ基板12上にスペーサ（図示せず）として直径7.1μmの球状微粒子（マイクロパールSP、（株）積水ファインケミカル製）を一方の基板の主面に8.0個/mm²の密度で散布した。もう一方の対向基板11の有効表示領域の周辺部をエポキシ樹脂の接着剤（XN-21、三井東圧化学株式会社製）を、液晶注入のための開口部を除いてスクリーン印刷法によって塗布した。その後、アレイ基板12と対向基板11を前記配向膜どうしを対向させた状態で重ね合わせ、加圧しながら加熱して接着し、セルギャップが7.1μmの液晶セル10を作製した。

【0085】そしてこの液晶セルに液晶組成物13としてネマティック液晶組成物（ZLI-1132、E. Merck社製、Δn=0.14）にカイラル剤（S811、E. Merck社製）を添加したものを真空注入法により注入し、注入後液晶の注入口を紫外線硬化樹脂（UV-1000、（株）ソニーケミカル製）にて封止した。この時、カイラル剤の濃度は、液晶のらせんピッチが約3.5μmとなるように調整した。この液晶セルのカラーフィルタ11bが形成された対向基板11側に、光学異方素子30として、ポリカーボネ

16

ート製の光学異方素子である位相差板を、位相差板の屈折率が大きい方向をラビング方向に直交するように配置した。

【0086】光学異方素子30の楕円係数Zは、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、Z=9になるようにした。

【0087】ここに、 n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} は、前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み（単位：μm）と前記光学異方素子との屈折率の積の総和を表す。 n_{dx} 、 n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。

【0088】さらに偏光板20（G1220DU、（株）日東電工製）を、光学軸がラビング方向に対して45°でかつ2枚の偏光板の光学軸が互いに直交するように貼り付けた。位相差板には、フィルムをx軸方向に延伸した後、y軸方向に延伸して2軸とした位相差板の面内方向の位相差の値が100nm（ n_{dx} と n_{dy} との差が0.1）である位相差板を用い、第2の電圧印加状態の時の前記液晶セルの位相差を補償するように配置、すなわち2枚の偏光板の光学軸が互いに直交し、かつ位相差板の屈折率が大きい方向をラビング方向に直交するように配置した。そして、この光学異方素子はリタデーション比をMとしたとき、

$$M = \Delta n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$$

から、M=1.0になるようにした。

【0089】前記液晶層の厚みを d_{LC} （単位：μm）、前記液晶層の屈折率異方性を Δn_{LC} とする。

【0090】得られた液晶電気光学装置は、電極への電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子は互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向で1.80°ねじれて配列している。

【0091】第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち第3の液晶層領域Cの中央部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と略平行に配列し、液晶分子13c1を中心にして、2枚の基板間に挟持された液晶層13の厚さ方向に、液晶分子13c2、13c3のように、2枚の各々の基板11、12に向かって段階的に液晶分子の傾きが変化している。

【0092】第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の複数の液晶分子13cの傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。

【0093】この第1の電圧印加時と前記第2の電圧印加時の間で電圧駆動源40によりオン、オフ駆動して表示を行った。本実施例の場合、セルの実効的な位相差がおおよそ0.26μmとなる電圧を駆動電圧の最小値と

(10)

17

して使用した。第1の電圧印加を2.4V、第2の電圧印加を6.5Vとして表示を行った。

【0094】その結果、図9に示すように、駆動電圧に対して透過率が単調に減少する電気光学特性が得られ、正面でのコントラスト比は100以上が得られ、視角も広がった。応答速度は階調間での差はほとんど無く、約5msと高速であり、動きのある画像を表示しても輪郭がぼやけることなど無く良好な表示が得られた。なお、図7～図10は等コントラストを表す図であり、円の中心を基板の法線方向を観察方向の基準とした時の観察方向によるコントラストを表し、斜線部分は反転領域を示す。図7～図10において、円の中心から外側に向かって同心円状に円が大きくなるにしたがって、基板の法線方向と観察方向とのなす角度が大きくなり、円の中心と円上のある任意の点を結んだ線（アジマス）が基板の面内方向における観察方向を表す。

【0095】図中、曲線(50)がコントラスト比(50)、この曲線(50)で囲まれた領域がコントラスト比50以上、曲線(10)で囲まれた領域がコントラスト比50～10、曲線(1)で囲まれた領域がコントラスト比1～10である。

【0096】(実施例2)実施例1における位相差板のZの値を7として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図8に示す。こうして得られたLCDは視角を振っても良好な表示が得られた。

【0097】(比較例1)実施例1における位相差板のZの値を1(1軸位相差板1枚使用)として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図7に示す。こうして得られたLCDは視角を振ったときに反転領域が非常に広く、また、コントラストの低下も著しかった。

【0098】(比較例2)実施例1における位相差板のZの値を12(1軸位相差板1枚使用)として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図10に示す。こうして得られたLCDは視角を振ったときに反転領域が非常に広く、また、コントラストの低下も著しかった。

【0099】以上のように、Zの値を $7 \leq Z \leq 10$ 、さらに好ましくは $8 \leq Z \leq 10$ となるような光学異方素子を用いることにより、視角依存性の少ない液晶光学素子を得ることができる。

【0100】また、ここでは、液晶層の液晶分子が電圧無印加時に液晶分子同志がほぼ平行に配列しており、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する前記液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角 θ は、 $\theta = 180^\circ$ である場合を例に挙げて説明したが、ノーマリホワイトモード表示のOCBモード及びその類似のモードにも適用でき、同様の効果を得ることができる。

18

【0101】また、 $\Delta nLC \cdot dLC$ を1.0として、Mの値を変化させた場合の印加電圧（横軸）と透過率（縦軸）との関係を図11に示す。

【0102】(実施例3)実施例1における光学異方素子を、位相差板の面内方向における位相差の値が400nmの1軸位相差板と、位相差板の面内方向における位相差の値が500nmの1軸位相差板の2枚を、光軸が直交するように重ね合わせ、 $Z=9$ 、 $M=10$ となるように光学異方素子を作製した以外は、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは視角は視角特性が改善されていた。

【0103】(実施例4)実施例1における光学異方素子を、位相差板の面内方向における位相差の値が100nmの1軸位相差板1枚と負の位相差板(n_{dx} , $n_{dy} > n_{dz}$)を組み合わせて、光学異方素子としてZ値が9となるように作製した以外は、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは視角は視角特性が改善されていた。

【0104】(比較例3)実施例1におけるスペーサの直径を $5.3 \mu m$ とし、セルギャップを $5.3 \mu m$ とした以外は、実施例1と同様Zの値が9の光学異方素子を用い、同一の部材と条件で $M=7.4$ のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは透過率が低く、表示品位が損なわれがちであった。

【0105】(比較例4)実施例1におけるスペーサの直径を $13 \mu m$ とし、セルギャップを $13 \mu m$ とした以外は、実施例1と同一の部材と条件で $M=1.8$ 、2のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは最大電圧を6Vまでしかかけられなかった（これ以上の電圧ではTFT素子が破壊されるため）ため、十分に黒くすることができず、表示品位が損なわれがちであった。

【0106】以上のように、本発明の光学異方素子は、2軸の光軸を有する位相差板を1枚以上用いる、1軸の光軸を有する位相差板を2枚以上用いる、2軸あるいは1軸の光軸を有する位相差板と負の位相差板を併用することなどで得られる。また、Mの値を $7.5 < M < 18$ とすることにより表示品位の良い液晶光学素子を得ることができる。

【0107】(実施例5)実施例1における偏光板のうち1枚を反射板にかえ、スペーサの直径を $3.6 \mu m$ とし、セルギャップを $3.6 \mu m$ とし、位相差板の面内方向における位相差の値が50nmである2軸の位相差板を用いた以外は、実施例1と同一の部材と条件で $Z=9$ 、 $M=10$ のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDを駆動したところ、視角特性が良好で、明るい表示が得られた。

【0108】(実施例6)実施例1における光学異方素子を、ねじれ位相差板2枚を組み合わせて作製した。具体的には、コレステリック液晶ポリマーからなる基板の面内方向に光軸のねじれ角が 10° で面内方向の位相差

(11)

19

が100nmの位相差板1枚と、基板の面内方向に光軸のねじれ角が65°で面内方向の位相差が零の位相差板1枚の2枚を組み合わせて作製した。この光学異方素子は、全体には光軸のねじれが基板の面内方向に66°ねじれている。

【0109】このように、光学異方素子の光軸にねじれを与えたことにより、高コントラストが得られ、また、光軸のねじれ角が65°の位相差板を用いることにより、光学特性上負の位相差板を有したものと同一効果を得、視角特性が良好となった。

【0110】(実施例7) 実施例1における光学異方素子をねじれ位相差板1枚と、負の位相差板1枚とを組み合わせて作製した。すなわち、コレステリック液晶ポリマーからなる基板の方向に光軸のねじれ角が10°の位相差板1枚と、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの基板の法線方向に光学異方性が負である負の位相差板を組み合わせて、光学異方素子全体でZ=9となるように光学異方素子を作製した。

【0111】このように、光学異方素子の光軸にねじれを与えたことにより、高コントラストが得られ、負の位相差板であることから、視角特性が良好となった。

【0112】(実施例8) 実施例1における光学異方素子を、2軸のねじれのない位相差板1枚とねじれ位相差板1枚を組み合わせて作製した。すなわち、コレステリック液晶ポリマーからなるねじれ位相差板1枚と2軸位相差板との組み合わせで、光学異方素子全体でZ=9となるように光学異方素子を作製した。これにより、視角特性が良好となった。

【0113】以上の実施例で説明した本発明の液晶電気光学装置は、パソコン、ワープロ等に用いる液晶表示素子やビデオプロジェクトのライトバルブ、3D-TVに使用するメガネに用いる高速液晶シャッタ等に広く応用することができる。

【0114】

【発明の効果】本発明の液晶電気光学装置は、OCBモードまたは類似のモードの液晶セルに組み合わせる光学異方素子が2軸、かつ負の光学異方性を有し、楕円係数Zを7以上10以下に設定したものであるから、上記モードのノーマリーホワイト表示に適した視角特性の良好な液晶電気光学装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】本発明の一実施例を説明するもので、(a)は液晶セルの電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(b)は液晶セルの第1の電圧印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(c)は液晶セルの第2の電圧印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、

【図2】従来のOCBモードの液晶電気光学装置の液晶セルを説明するもので、(a)は液晶セルの電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(b)は液晶セルの第1の電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す縦断面図、(c)は液晶セルの第2の電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す縦断面図、

【図3】本発明の一実施例である液晶電気光学装置の断面図、

【図4】本発明の一実施例の動作を説明する略斜視図。

【図5】本発明に用いる液晶セルの屈折率楕円体を説明する図、

【図6】本発明に用いる光学異方素子の屈折率楕円体を説明する図、

【図7】比較例1の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図8】本発明の実施例2の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図9】本発明の実施例1の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図10】比較例2の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図11】リタデーションMの値をパラメータとする印加電圧-透過率曲線図。

【符号の説明】

1…液晶電気光学装置

10…液晶セル

11…基板

11a…電極

12…基板

12a…電極

13…液晶層

13a…第1の液晶層領域Aの液晶分子

13b…第2の液晶層領域Bの液晶分子

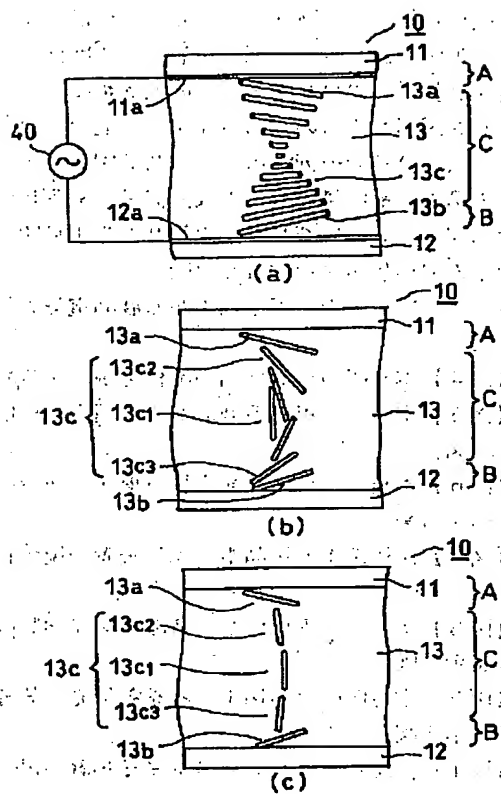
13c…第3の液晶層領域Cの液晶分子

20…偏光板

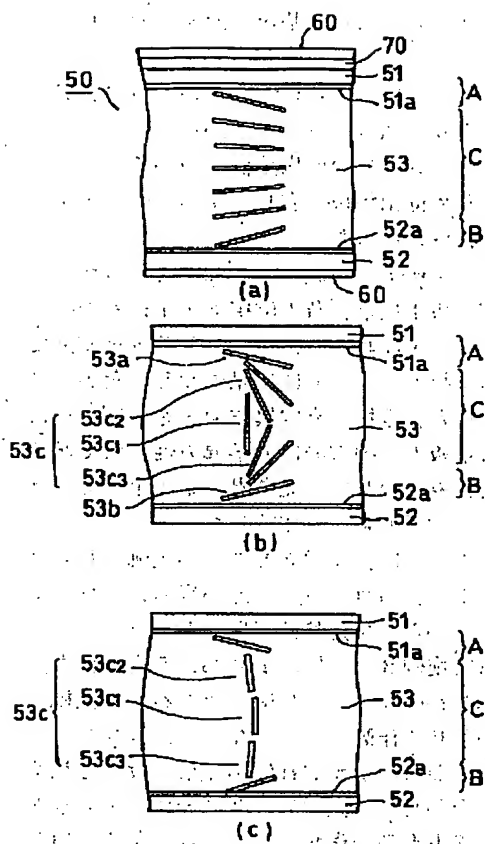
30…光学異方素子

(12)

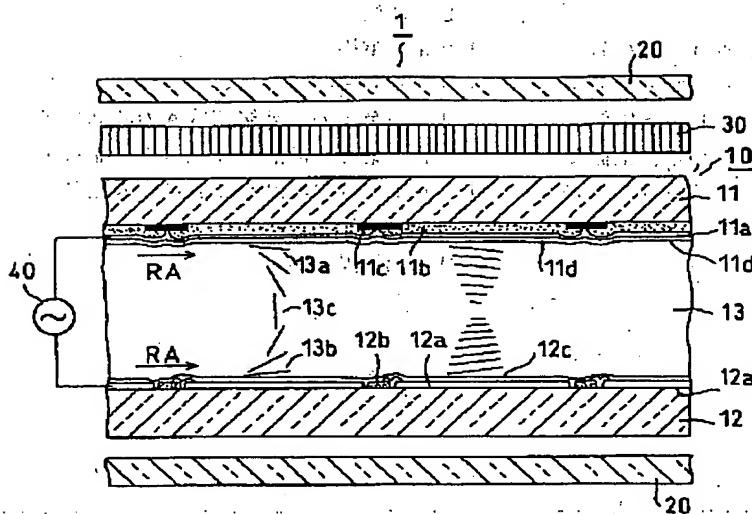
【図1】



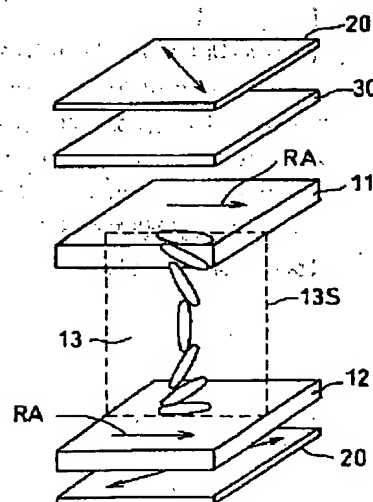
【図2】



【図3】

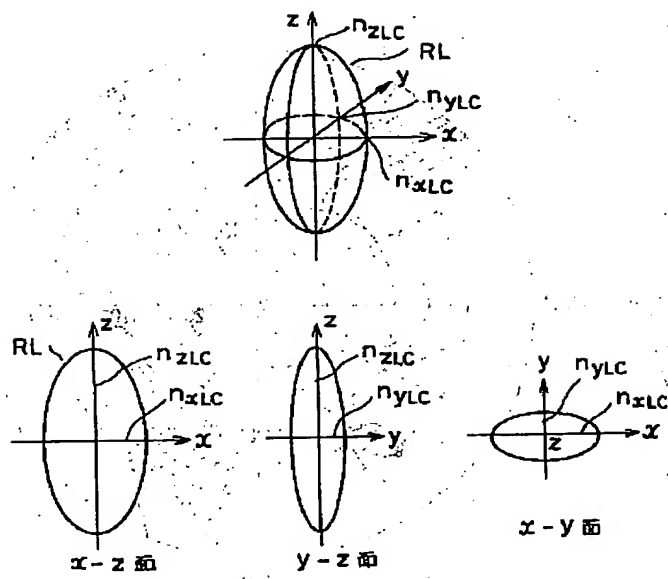


【図4】

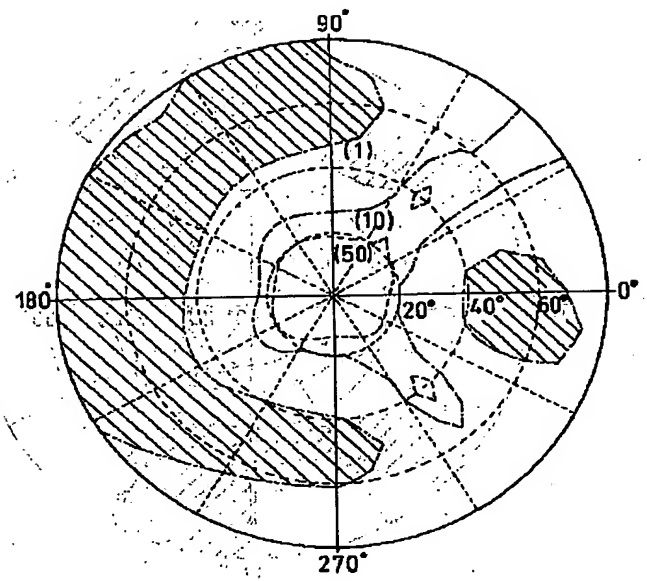


(13)

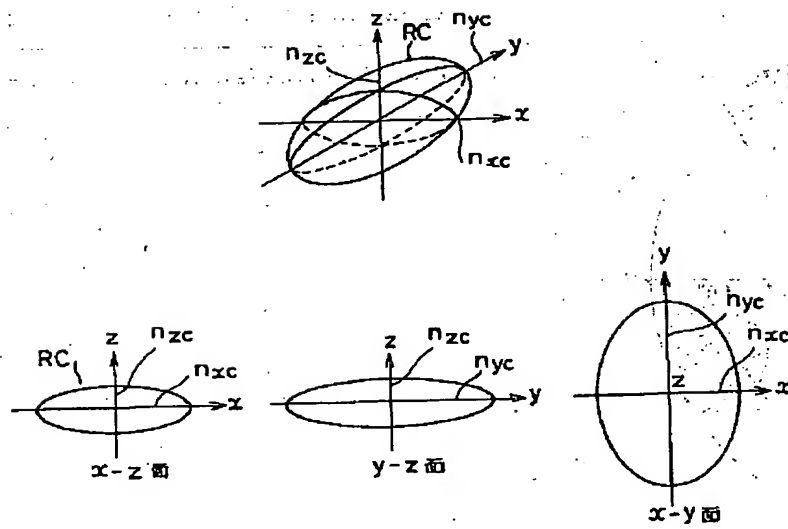
【図5】



【図7】

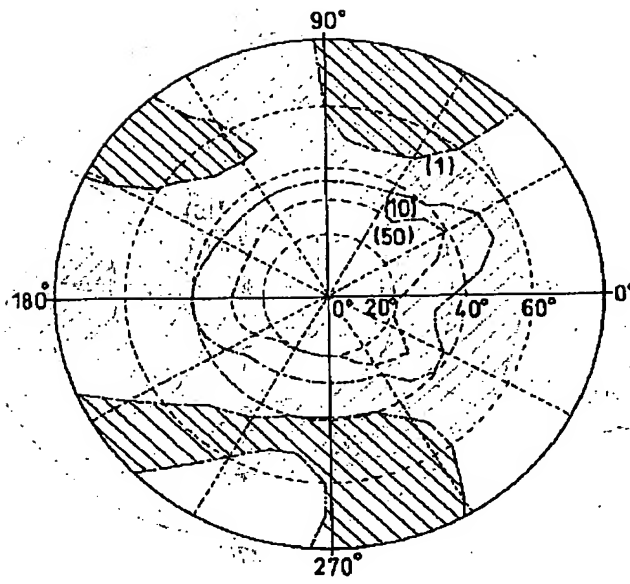


【図6】

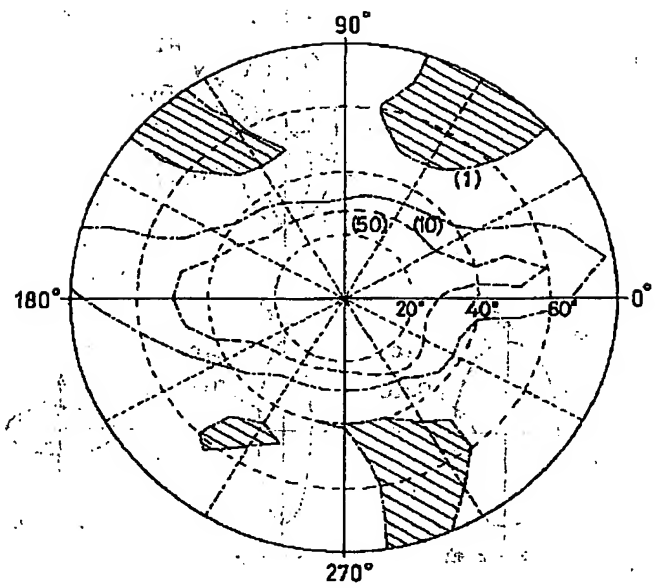


(14)

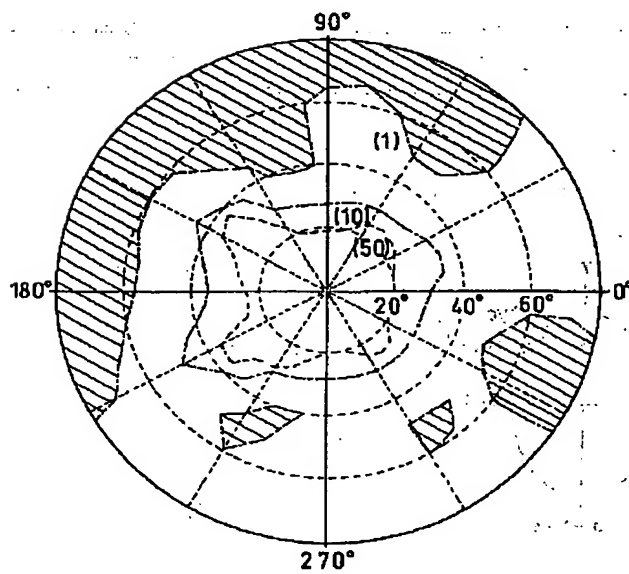
【図8】



【図9】

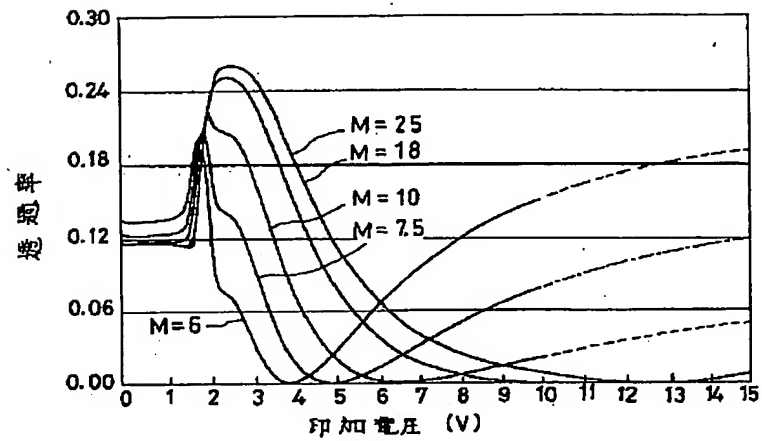


【図10】



(15)

【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 正仁
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 福岡 暢子
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 二ノ宮 利博
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 大山 毅
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 吉田 典弘
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 羽藤 仁
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

【公開番号】特開平9-160022

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【ST公報種別】A5

【公開日】平成9年(1997)6月20日

【出願番号】特願平8-248350

【発行日】2004年(2004)9月30日

【部門区分】第6部門第2区分

【国際特許分類第7版】

G02F 1/1335

G02B 5/30

G02F 1/139

【FI】

G02F 1/1335 510

G02B 5/30

G02F 1/137 505

【手続補正書】

【提出日】2003年(2003)9月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を備えた液晶電気光学装置において、
前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位： μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和の x 、 y 、 z 方向の屈折率を表す。 n_{dx} 、 n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。
)を満たすことを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項2】

ベンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子の面内方向のリタレーションの比 M を

$$M = \Delta n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$$

としたとき、

$$7.5 < M < 18$$

(n_{dx} 、 n_{dy} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位： μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和の x 、 y 方向の屈折率を表し、 x 、 y 方向とは前記光学異方素子の面内方向であって互いに垂直である。また、前記液晶層の厚み(単位： μm)を d_{LC} 、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差を Δn_{LC} とする。)を満たすことを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項3】

ベンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性

(2)

を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、

特許法第17条/2/規定ニヨル補正/掲載

$7 \leq Z \leq 10$ 、

特許法第17条/2/規定ニヨル補正/掲載

且つ、

日本国特許庁 (JP)

前記光学異方素子の面内方向のリタレーションの比Mを、 $M = \Delta n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$

日本国特許庁 (JP)

$5 < M < 18$

特開平9-160022

(n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位： μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx、y、z方向の屈折率を表す。 n_{dx} 、 n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。また、前記液晶層の厚み(単位： μm)を d_{LC} 、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差を Δn_{LC} とする。)となることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項4】

前記光学異方素子は、 $8 \leq Z \leq 10$ を満たすことを特徴とする請求項1または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項5】

前記液晶層の液晶分子のうち、前記液晶セルを構成する基板に隣接している液晶分子は、電界無印加の状態で前記基板面に対し $3^\circ \sim 8^\circ$ 傾いて形成されていることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項6】

前記光学異方素子は、1軸の光軸からなる2枚以上の位相差板の組み合わせからなり、前記少なくとも2枚の位相差板の光軸が異なることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項7】

前記光学異方素子は、1軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板と、2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項8】

前記光学異方素子は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向に光学異方性が負である少なくとも1枚の位相差板であることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項9】

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向にねじれていることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項10】

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの法線方向にねじれていることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項11】

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向にねじれかつ前記液晶セルの法線方向にもねじれていることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項12】

前記液晶層の液晶分子は前記液晶セル内でねじれを有し、前記光学異方素子は前記液晶分子のねじれによる視野角を補償するように光軸がねじれていることを特徴とする請求項1、2または3いずれか記載の液晶電気光学装置。

【請求項13】

前記光学異方素子は、ポリカーボネイト、ポリアリレート、コレステリック液晶ポリマー、ディスコティック液晶ポリマーのいずれかからなることを特徴とする請求項9、10または11

(3)

0

たは11いずれか記載の液晶電気光学装置。

特許法第17条/2/規定ニヨル補正/掲載

特許法第17条/2/規定ニヨル補正/掲載

日本国特許庁 (JP)

日本国特許庁 (JP)

特開平9-160022

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶電気光学装置は、

ベンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を備えた液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子は、

$Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み (単位: μ m) と前記光学異方素子との屈折率の積の総和の x , y , z 方向の屈折率を表す。 n_{dx} , n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。) を満たすことを特徴とする液晶電気光学装置を提供するものである。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.